

„POSTIMEHE“ KIRJAKOGU VI

ELEKTER II

Prof. Graetzi järele W. Waher

„Postimehe“ kirjakogu VI

Elekter

II

Elektrotehnika

Prof. Graeki järele W. Waher



Tartus 1912
„Postimehe“ kirjastus

J. Topmann'i (end. M. Untje) trükk, Tallinnas

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

52585

ARHIIVKOGU

Üksõna.

Greeka muinasjutu järele needisivad jumalad inimesesoo suurema heategija, tule taewast mahatooja, kalju külge finni. Süüaluse südant pidi seal weel kottas piinasuurendamiseks nõtkima.

Ruid edukäiki, wägewa looduse hingetõmbamist, ei wõi mitte meeletumate karistamistega ega pööraste piinamistega finni pidada. Tuld hakkasiwad inimesed iflagi wäitse päiksenä, maapealse walguse- ja soojuseallikana tarwitama.

Wiimaks toodi koguni wälk taewast maha ja tehti taltfaks ja sõnakuulelikuks inimese kaastööliseks. Kui suur karistus piaks küll wälgu taltjutamise — elektri tarwitamisele wõtmise eest inimesesoole peale pandama! Õnneks pajatawad aga ainult muinasjutud üliloomuliseft jõust ja wõimuseft.

Senini tuntud loodusejõududeft on elekter kõige huwitawam. Elektri abil wõime wälgukiirusel — 300 000 kilomeetri (umbes 280 000 wersta) kiirusega sekundis — oma mõtteid tuhandate werstade kaugusele edasi saata: telegrafi abil kaugale kirjalkka sõnumid õige ruttu kätte toimetada, telefoni abil kaugale kõneleda ja kuulata. Elektri abil wõime soowi järel walgust, soojust ja jõudu sünnitada ja eemale edasi saata, metallisi sulatada ja isegi läbipaistmata asjadest läbi näha. Inimese töös ja tegewuses tuleb meiepäiwil wähe juhtumisi ette, kus elekter nobedalt kaasa ei aitaks.

Smelikul wiisil ei osatud elektrit warem tarwitusele wõtta. Alles wiimase aastasaja jooksul hakati teda tõsisemalt tähele panema, kuna wiimaste 4—5 aastakümnete jooksul elektri uurimine ja tema suurepäraliste omaduste tarwitusele wõtmine nüüdse aja kõrgusele edenes. Niisugune edenemise kiirus tuli küll sellest, et kõiki de rahwaste terawamad pead elektri uurimise kallal kaasa töötasiwad ja oma uurimisewilja teistele edasi teatasiwad.

Cesti keeles ei ole senini elektri üle peaaegu weel midagi ilmunud, kuna nõudmine sarnase kirjanduse järel tõepoolest päewakorral seisab. Elektritööstus kasvab Wenemaal ühtelugu kiireste, ja ta tarwitab siis muidugi aasta-aastalt ifka rohkem kaastöötegijaid.

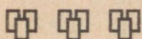
Prof. Dr. Graetzi raamat annab lihtsal, arusaadawal wiisil seletusi niiuide aja elektri teadmise ja tarwitamise üle. Sellepärast toimetangi autori lubaga nimetatud raamatu Cesti keelde.

Lugemise elustamiseks püüdsin alguskirja ühtesoodu edasiminewaid seletusi üksikuteks tükkideks eraldada ja neile sisukohased pealkirjad anda. Põhjusemõttelikult pidasin alguskirja terawaste silmas, kuid muutuin siiski mõned wähesed kohad — tegin ümber, lühendasin ehk täiendasin sel otstarbel, et lugejatele võimalikult selgemine käsitatawat ainet ette kanda ja kujutada.

Oleksin lugejatele tänulik, kui nad oma isiklikka arwamisi ja näpunäiteid töö täiendamise mõttes raamatu kohta awaldaßiwad — kõige parem, kirjastuse adressil. Tarbekorral wõiksin siis täiendawaid seletusi mõnede raamatuosade kohta kas ajakirjanduse kaudu ehk lisakirjutuses anda.

Raamatu lõpul seisawad siin ettetulewad tehnikasõnad wene- ja saksa keelse tõlkega. Palun neid uute nimetuste ja sõnade juures, mida osalt looma pidin, asja selgituseks tähele panna.

Raamatu Cesti keelde toimetaja.



Kuda elektrivoolusi sünnitatakse ja ära tunatakse.

1. Elektrit on looduses vähe märgata.

Isäraline vastolu paistab meile kahes tõesjas filma: meiepäivil mängib elekter pea kõigis inimeste läbikäimistes, inimeste töös ja hõlpsuses suurt, peaaegu mõduandvat osa ja kõige selle juures ei märka meie terwes looduses ka kõige teravamal tähepanemisel pea ainumastgi elektriliku avaldust, kui mitte piksepilved oma elektrilisi laenguid välgu kujul lahti ei laseks ehk kui me mõnikord aruldasi püha Elmi tulesti ei juhtuks nägema. Aga see vastolu ei tähenda weel, et üleüldse looduses elektrilisi sündmusi ette ei tule, ja et elekter vast ainult meie kunsti ja osavuse wili oleks, waid palju enam näitab ta, et meie lihtsalt ei wõi elektrilisi sündmusi mitte otsekohse ära tunda.

2. Meil puudub elektrimeel.

Teiste loodusnähtuste — hääle, walguse, soojuse — ära tundmise ja märkamise jaoks on meile juba looduse enese poolt õige lihtsad abinõud, nimelt sellekohased meeled annetatud: meie kuuleme, näeme ja tunneme neid.

Elektriliste nähtuste jaoks ei ole meil ühtgi meelt olemas — meil puudub näit. elektrifilm, samuti elektrikõrw. Sellepärast ei wõigi meie looduse elektrit mitte sugugi näha ega tunda. Elektrimeele abil märkasime aga, kuda terve loodus nõndasamuti elektriliste nähtustega on täidetud, nagu me nüüd tõendada wõime, kuda seal soojuse ja walguse laened hoowawad. Et meile elekter ja tema tegewus kõigest sellest hoolimata tuttavaks sai, tuli ainult sellest, et elekter väga kergeste ja peaaegu ilma meie kaasamõjuta teisteks nähtusteks, nagu walguseks, hääleks, soojuseks, jne ümber muutub. Alles selle ülitähtsa ja kauni omaduse tõttu wõisime meie elektrit, mis looduse majapidamises väga suurt osa etendab, oma hariliste meeltega märgata ja ära mõista.

3. Galvani tähtspanemine.

Zoomukohaselt mängib juhtumine elektriliste nähtuste ülesleidmiste juures tähtsat osa. Üks ehk teine uurija märkas mõnda ilmuwust, mida ta sugugi ei oodanud leida ja mis talle arusaamata näitab olewat, aga seda uut leidust juurdledes ja olusi muutes, mille kaasamõjul see awalikuks tuli, läks temal enesel ehk mõnel teisel uurijal korda, nähtust lihtsate tööasjade peale põhjendada või ära seletada.

Niisugune juhtumine oli ka see, kui Galvani, õigemine, tema naine, nagu teine jutustus teab tõendada, aastal 1789 midagi tähele pani, mis esialgu päris mõistatuslik näitas olewat.

Galvani oli paljastatud erkudega konna reie wassfe haagi otja riputanud ja selle raudse balkoni wõre külge riputanud. Juhtumisi puutus tuule läbi wõnkuma hakanud konna reie alumine ots wastu raudwõret, ja reis tussatas äkitselt kokku. Niisamasugune tussatus juhtus igakord, kui Galvani katses konna reie allarippuwa otja meelega wastu raudwõret lükkas.

4. Galvani ülesleiduse äraseletamine Volta poolt.

Niisugune uus nähtus, mida samati juhtumisi üles leiti nagu kümme-konna aasta eest Röntgeni kiiredgi, oli seekord huwitawaks arutuseaineks Europa teadusemeeste ringkondades. Aga kuida pidi seda Galvani katset ära seletatama?

Galvani ise lastis ennaft eelarwamistest efektiele wiia, kui ta uskus, et see katse midagi muud ei tähendawat ega tõendawat, kui ammu otfitawat ja olemas arwatawat loomulikku eluelektrit või eluwõimu. Temal ei läinudgi korda seda igitahes kaunis keerulist nähtuste järjelsust lihtsateks algpõhjusteks ära eraldada ja neid siis üksikult ära otjustada. Alles prof. Volta Paviaft tegi terwe ria katsete najal tööks, et selle ülesleiduse juures järgmised asjad mõeduanwalt tähtsad oliwad:

Esiteks piab peale konna reie weel kaks isesugust metalli katse juures kaastegewusel olema. Galvanil oliwad selleks wass ja raud, aga nende asemel wõib ka tsinki ja wasse, nikkelt ja platina või üleüldse üksikõik missugust kaht iseforti metalli wõtta. Ühesuguste metallide tarwitamisel ei lähe katse mitte korda.

Teiseks piawad kolm asja, konna reis ja kaks metalli, ühe kinnise või ühendatud ringi sünnitama, s.o. wass piab ühelt poolt rauaga, teiselt poolt konna reiega, ja

samati raud ühelt poolt wasega, teiselt poolt konna reiega kokku-
puudutawas ühenduses olema, muidu ei õnnesta katse.

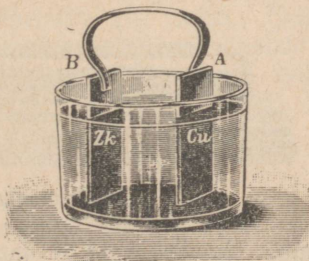
Rolmandaks, misugust osa mängib siis selle katse
juures konna reis ise? See on ju kindel, et ühendatud ringis,
mida kaks metalli ja konna reis sünnitawad, midagi iseäralist
tegewusel on, sest et see konna reie tufsatamise läbi
awalikuks tuleb.

Siinjuures on kaks wõimalust olemas: embakumba, kas
on üleüldse konna reis selle aruldase nähtuse juures tähtis ja
tarwilik — ja niisugune oli just Galvani arwamine, kes ju
selles katstes eluwoimu awaldamist nägi — wõi jälle, teiseks,
ei olenenud nimetatud nähtus sugugi konna reie organilisest ma-
terjalist, kuna konna reis oma tufsatamisega nähtawaks tegi,
et midagi iseäralikku tegewusel oli, s.o. ta teatas ainult nähtuse
olemasolemist, aga ise ei olnud ta mitte nähtuse enese sünnita-
mise põhjuseks, küll aga selle teatamise abinõuks, nagu näit.
tärglike siniseks minemine meile ütleb, et tärglikes joodi on
olemas.

Teine arwamine näitab sihist nagu kõrwale kalduwat, aga
siiski tuli wälja, et ta õige oli. Mitte see ei ole tähtis, et just
konna reis mõlemaid metalli puudutama piaks, waid palju
tähtsam on see, et mõni wedelik, näit. soolasisaldaw wesi, mida
konna reies leidub, mõlemate isesuguste metallidega külgepuutu-
wasse ühendusesse astuks ja et mõlemad metallid teineteist
puudutaksiwad, nii et ühendus ring tekib, mida wedelik ja
kaks isesugust metalli sünnitawad.

5. Galwanielement — Galvani katse teisend.

Kui nüüd kaks metalli, ütleme tsink (Zk) ja wass (Cu), nagu
1. joonistus näitab, mõnes wedelikus, näit. nõrgas wäawlihappes
wõi ka ainult harilikus kaewuwees
seisawad ja kui lookapainutatud
wasttraat AB mõlemaid plaatide
wäljaspool wedelikku ühendab, siis
leidub sedawiisi korraldatud ühen-
dusringis midagi samasugust ise-
äralist, nagu see Galvanigi katsetel
päewawalgele tuli. Tõepärast on
selle riista üksikute osade korraldus
niisamasugune nagu Galvanigi
katsetel, ainult wase ja raua asemel



1. Woltaelement.

tarwitame siin waske ja tsinki ning konna reie asemel otsekohe wedelikku. Aga et selles korralduses, mida lihtsalt ühendatud galwani- ehk voltaelemendiks nimetatakse, midagi iseäralikku piaks tegewusel olema, selle kohta ei ole meil esialgu muud kindlust kui paljas arwamine olemas, sest et elemendis eneses ei ole wäljastpidi waadates midagi iseäralikku märgata. Konna reie, mida Galvani tarwitas ja mis iseäraliku oleku awalikustegemise abinõuna pidi teenima, oleme seekord meelega kõrwale jätnud.

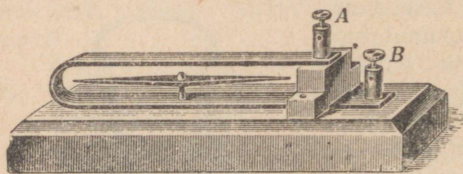
6. Derstedti ülesleidus — magnetinõela kõrwalepööramine.

Siin tuleb meile aga teine ülesleidus appi, mille peale Kopenhageni füüsika prof. Derstedt ka kogemata sattus. Kui ta oma ettelugemistel ühendatud voltaelemendi näitas, märkaswad tema kuulajad, kuida üks harilik kompasnõel, mis lookraadi AB lähedusele (1. joon.) kogemata oli juhtunud, oma tawalisest põhjalõuna poole näitawast seisukorrast ära pööras ja pea-aegu hommikust õhtu poole näitama hakkas.

See on juba asjalikult tõendusiks, et ühendatud voltaelemendis midagi iseäralikku päewakorral seisab. Elemendi lähedusel leiduwat magnetinõela ei wõi juba elektrilise eluõimu olemasolemisega kahtlustada, nagu seda konna reie kohta weel wähegi kõlbaks arwata, aga siiski näitab magnetinõel oma tawalisest seisukorrast kõrwalepööramisega, et ühendatud voltaelemendis tõepoolest midagi iseäralikku sünnib, et seal iseäralikud jõud tegewusel on, mida aga pealiskaudselt waadates elemendi enese juures sugugi märgata ei wõi.

7. Galwanoskoop — elektriskalm.

Derstedti katse hõlpsamaks kujutamiseks pöörame wasslatikese looka, nagu seda 2. joonistusel näeme, ja mahutame selle wahel



2. Galwanoskoop.

magnetinõela terawa otsakese peale nõnda wiisi üles, et ta kergeste ühele ehk teisele poole pöörata wõib. Wasskne latikene on puust alusele paigutatud ja tema wabade otsade külge finnitamise kruwid A ja B joodetud, kuna mõlemaid otsasi puust plokike üksteisest ära lahutab.

mise kruwid A ja B joodetud, kuna mõlemaid otsasi puust plokike üksteisest ära lahutab.

Kui me nüüd traadi abil woltaelemendi wafkplaadi A kruwiga, tsinkplaadi B kruwiga ühendame, siis on woltaelement nende traatide ja wafklatifese kaudu ühendatud, ja tõepoolest näemegi, et magnetinõel jalamaid oma endisest seisuforrast välja pöörab ja paari wankuwuse järele uude olekusse rahulikult seisma jääb. Kui me aga ühendawa traadi näit. kruwi A küljest lahti wõtame, siis muudab magnetinõel filmapilgul jällegi oma seisuforda ja hakkab endistwiisi oma otsadega põhjalõuna poole näitama. Selletarwis, et magnetinõel woltaelemendi ühendamise eel just wafklatifese wahel seisaks, tuleb 2. joon. peal kujutatud aparati nõnda ules seadida, et ta üks ots põhja, teine lõuna poole näitaks.

Nüüd on meil siis abinõu käes, mis kindlaste näitab, et ühendatud woltaelemendis tõeste midagi iseäralikku tegewusel on. Selle kohta oli meil warem ainult paljas arwamine või aimamine olemas, nüüd aga näitab seda magnetinõel oma kõrwalepööramisega selgeste. Seega on magnetinõel oma kohalt kunstlik film, mis ootamata nähtuse olemasolemisest märku annab, olgugi, et ta just otsekohe ei ütle, mida nimelt seal leida võiks. Midagi märgatud tundmata asja on seal kindlaste tegewusel, ja et sellest igapäewasel wiisil kõneleda, siis ütleme:

8. Ühendatud woltaelemendis woolab elektri- või galwaniwool.

Igatahes näitab see tõendamine meie seniste äranägemiste ja tundmaõppimiste peale tuetades kaunis kohatu olewat. Esiteks, meie mõistame woolu all ikka midagi liikumat, siin aga ei näe meie midagi liikumas olewat, olgugi, et me magnetinõela wältawat kõrwalehoidmist omast tawalisest seisuforrast märkame, mis niikauaks muutumata jääb, kuikaua katse ise kestab. Teiseks näitab tähendus, et elemendi ühendusringis nagu midagi käimas oleks, ka kohatu olewat, sest et tählepandud mõjumine, s. o. magnetinõela kõrwalepööramine, mitte elemendi ühendusringis eneses, waid selle läheduses ette tuleb. Sellest wõime järeldada, et sõnad, nagu „elektriwool“ või „galwaniwool“ muud midagi ei ole kui lühikesed, wõib ollagi, wahetahalised üteldes ühendatud elemendis ettetulewa millegi iseäraliku nähtuse äratähendamiseks.

9. Selgitawad seletused.

Mõned teisegi selgitawad nimetused on siin asjakohased. Meie ühendatud woltaelement seisab koos wedelikust, milles faks isesugust metalli leiduwad, ja wafktraadist, mis väljaspool

wedelikku mõlemaid metallist plaatisi ühendab ja mille ühes osaks 2. joon. peal kujutatud aparadi lookapainutatud wasslatifene on.

Traati, mis mõlemaid metallisi väljaspool wedelikku ühendab, nimetame nüüd wälimiseks ühendusringiks, kuna wedelikku ennast ühes metallidega, aga ilma wälimise ühendusringita, lahtiseks või lahutatud woltaelemendiks, ehk lihtsalt woltaelemendiks nimetame.

Mõlemate metalliplaatide, s. o. tšingi ja wase wedelikust wäljaulatawaid otšasi, mille külge wälimise ühendusringi otšad finnitatakse, nimetame elementinabadeks.

Edasi nimetame wasslatifest ühes selle wahel olewa magnetinõelaga galwanoskoopiks, sest et ta galwaniwoolu olemasolemisest märku annab.

10. Elektri juhid ja eraldajad.

Sarnase galwanoskopi abil wõime terwe ria uusi asju ja nähtusi põhjendada ja kindlustada. Kõige esiteks wõime ära näha, et wälimine ühendusring ei pruugi sugugi ainult ühest niisugusest metallist olla, mis elementdis eneses ette tuleb. See on ükstapuhas, kas me woltaelemendi wasest, rauast, platinast või mõnest teisest metallist walmistatud traadiga ühendame, igal juhtumisel pöörab magnetinõel ikkagi omaft harilikust seisukorrast kõrwale, ja ikkagi woolab galwaniwool. Ka ei pruugi meie galwanoskopi look mitte ainult wasest olla, waid ta wõib niisamahästi ka walgest wasest (messingist), hõbedast ehk mõnest muust metallist olla, ja ikkagi pöörab igal juhtumisel magnetinõel kõrwale. Aga.

wälimine ühendusring piab kõigepealt metallist olema-

Rui me woltaelemendi kas puust ehk klaasist kēpi või siidise ehk willase lõnga kaudu ühendame, siis ei pööra magnetinõel sugugi kõrwale. Samati jääb magnetinõel ka liikumata, kui me elementi sugugi ei ühenda, s. o. kui elementinabade wahel muud ei leidu kui ainult õhku. Rui aga magnetinõel rahulikult seisma jääb, siis tähendab see, et elekter ei woola, õigemine, et ta woolata ei wõi. Sellest näeme, et asjad elektriwoolu läbilaskmise poolest kahte klasfi langewad. Niisugusid kehafi (asju), milles elektriwool wõib joosta, kui nad woltaelemendi ühendawad, nimetatakse elektrijuhtideks, teisi jälle, mis elektriwoolu läbi ei lase, eraldajateks.

Elektrijuhtide hulka käiwad kõik metallid, siis weel süsi, grafit, inimese ja elaja kehad ja palju wedelikka, nimelt hapete ja soolade segid.

Eraldajad on: puu, klaas, gummi, portselan, nahk, will, siid, waha, wäwel, kuiwad soolad, merewait, shellak, õlid.

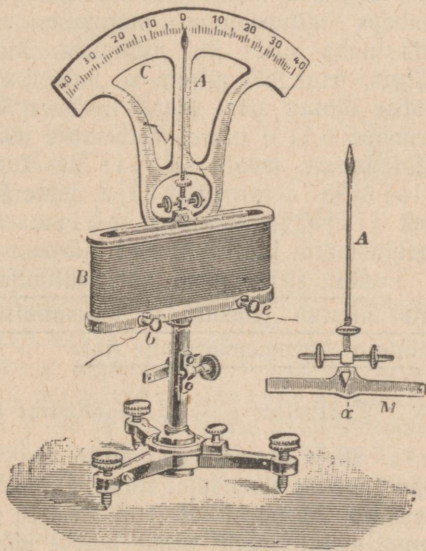
11. Takistus.

Digusejärele ei olegi elektri juhtide ja eraldajate wahel liiga terawat wahet olemas, sellepärast ei wõi ka kõiki kehaji lihtsalt ühede ehk teiste hulka lugeda, küll aga tuleb ütelda, nagu seda pärastpoole tõestame, et kõik kehad elektriwoolu läbi lasewad, juhiwad, kuigi see wäga mitmesugusel määdul sünnib.

Metallid juhiwad woolu ülihästi, wedelikud hulga pahemine, inimese ja elaja keha weel pahemine, nõndanimetatud eraldajad ülihalwaste ehk mitte sugugi, kui harilikkude otstarbete jaoks pruugitawat woolu rohkesti filmas piame. Niisugust oluforda wõiks ka sellega ära tähendada kui ütleme, et kõik kehad elektriwoolu läbiminekist teatawal wiisil takistawad. Eraldajatel on woolutakistus ülisuur, teistel kehadel näit. niiskel paberil, hulga wähem, lõpuks, metallidel üliwäikene.

12. Püstgalwanoskoop.

Ülemalkirjeldatud galwanoskoop ei ole küllalt tundelik. Hulga paremine näitab wooluäiku niisugune riist, millel magnetinõela mitte üksainu-
mas, waid õige palju traatkeerusi piirawad, nagu seda 3. joonistusel wõib näha. Sarnast riista nimetatakse püstgalwanoskoopiks. Pildi kõrwal näeme magnetipulka M, mis keerdude waheruumisse paigutatakse, kus ta alt poolt terawaks tehtud ristwõlli a najal wabas tasakaalus seisab. Selle juures wõib ta oma otsadega fergeste üles wõi alla poole kõikuda, kuna külgeinnitatud alumini-
umist näitaja A paigalseiswa numbrilaua C pahema- ehk paremapoolse numbriteria kohal liigub



3. Püstgalwanoskoop.

ja woolu suuruse kohase numbri peale seisma jääb. Puust raami B ümber on palju eraldatud traatkeerdusi mäsitud, mille otsad finnitamise kruvide b ja e juures lõpewad.

13. Elektriwoolu siht.

Kui me woltaelemendi ühe naba, näit. wasenaba galwanoskopi b kruwiga, teise naba, s.o. tšinginaba jälle e kruwiga traadi abil ühendame, siis käib elemendi wool läbi galwanoskopi traatkeerdude ja pöörab wiimaste waheruumis olewa magnetipulgaga M kõrwale. Ühes magnetipulgaga liigub ka woolu suuruse näitaja A kas pahemale ehk paremale poole.

Edasi wõime tähele panna, et näitaja A koha teisele poole liigub, kui me elemendinabade juurest tulewad traadid galwanoskopi finnitamise kruvide b ja e juures ära wahetamine, s.o. e külge finnitatud tšinginaba traadi b külge kruuwime, b juurde tulewa wasenaba traadi jälle e külge finnitame. Traatide otsasi tagasi wahetades hakkab ka näitaja A endisele poole näitama. Sellest wõime järeldada, et elemendinabad mitte ühtewiisi, waid teatawas mõttes teineteisele wastupidi mõjuwad.

Kui me elemendi wälimises ühendusringis tahame woolu ette kujutada, mida lähemalt weel põhjendada püüame, siis on nabade mitmesugune mõjumine enamwähem äramõistetaw: üks naba oleks siis niisugune, mille juurest wool wälja läheks, teine jälle niisugune, mille juurde esimese naba juurest wälja läinud wool tagasi tuleks. Nabade traatisi galwanoskopi kruvide b ja e juures wahetades wahetaksime ka galwanoskopist läbiminea woolu sihti: üks kord läheks ta näit. b juurest sisse ja e juurest wälja, teine kord, ümberpöördult, e juurest sisse ja b juurest wälja. Nõnda wõime siis järgmise põhjusmõtte juurde kindlaks jätta:

Kui elektriwoolu sihti wälimises ühendusringis muudame, siis muutub selleläbi ka galwanoskopi magneti ja ühtlasi selle näitaja kõrwalepööramise siht.

14. Positiwline (+) ja negatiwline (—) naba.

Meie ei näe aga mitte, kas tõepoolest midagi wase- ja tšinginabade ühendajat troati, s.o. wälimist ühendusringi mööda woolab, sellepärast ei wõi meie ka mitte teada, kas see woolamine wase juurest tšingi juurde wõi tšingi juurest wase juurde minewal sihil sünnib. Meie piame siiski woolusihhi kohta midagi

findlaks tegema ja sellest findlustusest jäädawalt finni pidama. Jäägu siis järgmine findlakstegemine alaliselt maksma:

Woltaelemendi wälimises ühendusringis woolab elekter wasenaba juurest tšinginaba juurde minewal sihil.

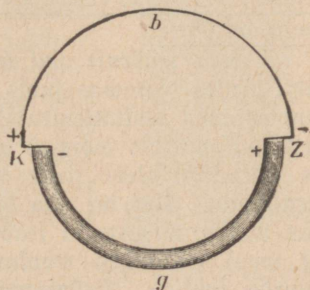
Wasenaba hakkame nüüd positiwlise (+) wõi plusnabaga, tšinginaba jälle negatiwlise (—) wõi miinusnabaga ära tähendama. Nõnda woolab siis elekter woltaelemendi wälimises ühendusringis +naba juurest —naba juurde minewal sihil ehk lihtsalt plusi juurest miinuse juurde.

13. Elekter woolab ka elemendi sees.

Siin piame oma arutusi weel ühe tähtsa märkusega täiendada. Magnetinõel ei muuda oma seisukorda mitte üffinda wälimise ühendusringi lähedusel, waid ka elemendi enese lähedusel, muidugi teada siis, kui nabad ühendatud ja wool käimas on. Sellest wõime jälle järeldada, et galwaniwool mitte üffinda wälimises ühendusringis ei jookse, waid ka elemendist enesest, tema wedelikust ja ta metallidest läbi woolab. Selle tõendusjeks kujutame nüisuguse ühendatud woltaelemendi ette, nagu seda

4. joon. näha wõib. Selle elemendi alumine osa ZgK on klaasist toru, mida nõrk wäawlihappe-sulatis täidab, kuna ülemine pool KbZ traadist on ja elemendi wälimist ühendusringi kujutab. K juures leidub waseft plaadike, Z juures jälle tšingist plaadike. Mõlemad osad, KbZ ja ZgK, sünnitawad ühtekokku ühendatud woltaelemendi.

Kui me nüüd magnetinõela traadi lähedusele, näit. b kohale paigutame, siis pöörab ta ennast kohe kõrwale. Samati pöörab ennast magnetinõel ka klaastoru g kohal kõrwale. Sellest selgub, et ka klaasi sees olewas wedelikus elekter woolab. Et aga magnetinõel niihästi b kui g kohal ühele poole kõrwale fäänab, sellest wõime järeldada, et ka woolukäik mõlemates kohtades ühesihiline on. Warem tulime otsusele, et wäljaspool elementi, wälimises ühendusringis KbZ, wool wase K (+) juurest traati mööda b kaudu tšingiplaadikese Z juurde woolab, nüüd jälle leidmise, et seespool



4. Ühendatud woltaelement (wälimine ja sisemine ühendusring).

elementi, elemendi sifemises ringis ZgK, elekter selsamal sihil edasi woolab, s.o. Z juurest üle g waskplaadikese K juurde. Sel põhjal võime siis ühendatud voltaelemendi elektriwoolu sihi kohta järgmise kindlustuse üles seadida:

Ühendatud voltaelemendis woolab elekter väljaspoolset ühendusringi mööda positiwlise naba (+) juurest negatiwlise naba (—) juurde, elemendis eneses, s. o. sifemist ühendusringi mööda wõi wedelikus negatiwlise naba (—) juurest positiwlise naba (+) juurde. Nõnda woolab elekter wälimises kui sifemises ühendusringis ühel sihil ringi ümber.

16. Elektri woolu sihi äramääramine.

Kui me eelpool ülesseatud kindlustuste järele teame, misugusel sihil elekter galwanoskopi traadikeerdudes woolab, siis võime sellejärele ka magnetinõela kõrwalepööramise sihi alaliselt kindlaks teha ja ette ära määrata. Järgmise äramääramise on Ampère (Ampeer) omal ajal üles seadnud, ja sellepärast kannab ta Ampère'i ujumise määruse nime:

Kui me nägu magnetinõela poole hoides elektriwoolu sihil ujume, siis seisab kõrwalepööratud magnetinõela põhjanaba meie pahemal käel.

Selle määruse abil võime kergeste üles leida, misugusel sihil elekter teatawas juhis (traadis) woolab, misugune naba on teatawal voltaelemendil positiwline, misugune negatiwline, sest et elemendis wõiwad wäga mitmekesised metallid ette tulla, ja sellepärast oleks raste ainult nende järele +- ehk —naba ära tunda. Kui me aga teame, misugusel sihil elekter woolab, siis võime kergeste ka teada, misugune kumbgi naba on, sest et wool wälimises wooluringis alati +naba juurest —naba juurde jookseb. Selletarwis pruugime ainult elemendi nabasi galwanoskopiiga ühendada ja siis järele waadata, misugusel sihil piaktime traati mööda ujuma, et nägu magneti poole hoides kõrwale pööratud magneti põhjanaba meie pahemal käel seisaks. Elekter woolaks siis samal sihil, ja ta tuleks elemendi positiwlise (+) naba poolt ja läheks negatiwlise (—) naba poole.*)

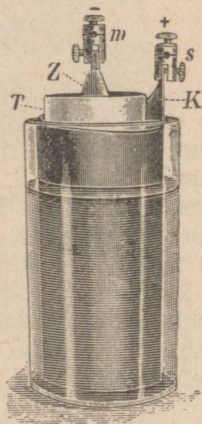
*) Woolusihhi teadasaamiseks on weel järgmine juhatus olemas: woolusaatjat juhti (traati) hoitakse wabaltliikuma magnetinõela kohal, kuna juhi enese kohale piupesaga allapoole pööratud parem käsi nõnda wiisi asetatakse, et põial kõrwalepööratud magneti põhjanaba poole tuleb. Sõrmeotsad näitawad siis sinna poole, kuhu elekter juhisk woolab. Tõlkija.

17. Täiendatud volta- või galwanielemendis.

Senini tundmaõpitud kahe metalli ja ühe wedelikuga voltaelement ei olnud igapäevase tarvitamise jaoks mitte küllalt kohane, sest et ta oma tegewusel kiireste ära nõrkas. Parema elemendi nõutamiseks hakkas kõige esiteks Daniell neid nõnda viisi valmistama, et kumbgi metall isesuguses wedelikus seisab. Ühe wedelikuga täidetakse koredest sawist tsilinder, milles üks metall seisab, kuna teine wedelik, milles teine metall seisab, sawist tsilindrit väljast poolt ühab. Sedawiisi ei või wedelikud segamine minna, kuna tsilindri sawi koreduse läbi nad siisgi elektrijuhtivas, teineteisega ühendawas kokkupuutumises seisawad. Kirjeldame siin tähtsamaid ja rohkem tarwitusel olewaid volta- või galwanielementi.

a. Danielli element.

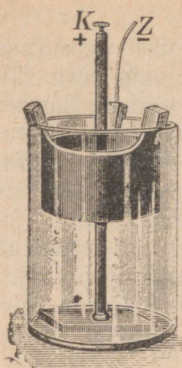
Metallideks on sel elemendil (5. joon.) wass ja tsink, millest esimine wäsewiotrioli-sulatises, teine jälle nõrgas wäwlihappe-sulatises seisab. Klaaspurgi sisse kallatakse wäsewiotrioli-sulatis, mille sisse tühi wäsest tsilinder K pannakse. Wiimase sisse mahutatakse sawist tsilinder T, mis nõrga wäwlihappega on täidetud ja tsingist pulka Z sisaldab. Tsingist pulk kannab oma ülemisel otsal finnitamise kruwi m, wästtsilinder jälle finnitamise kruwi s. Nende kruwide abil ühendatakse wälimise ühendusringi otsad elemendi nabade külge, millest wästtsilinder positiwline (+), tsingipulk jälle negatiwline (—) naba on.



5. Danielli element.

b. Wäse- või Saksja telegrafi-element,

midagi 6. joon. kujutab, ei ole muud midagi kui lihtsaks tehtud Danielli element. Selles elemendis puudub sawist tsilinder. Klaasi põhjas lamab tinast plaat, mille keskelt K kruwiga lõppew wars üles läheb. Klaasi ülemises otsas, nimelt selle sõrwa peal, ripub kolme kõrwalepainutatud nukise najal paks tsingist tsilinder. Ühe nukise külge on tsinginaba traat Z jooedetud. Klaasi ülemine äär on seest poolt parafiniga üle määritud. Wedelikudeks on walitud: tsingi jaoks — wäwlihapu-tsingisulatis, wäse jaoks — wäsesulfati-sulatis. Tina-



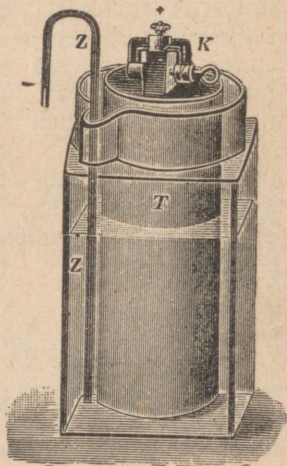
6. Safsa telegrafielement (waseelement).

c. Leclanché element.

Seda elementi (7. joon.) tarwitatakse väga laialt telefoni ja elektrikellade siseseadluste juures. Siin on nabadeks süsi ja tsink. Positiivne naba, süsi K, seisab sawist tsilindri T sees, mis pruunikiwi ja süe kõwa seguga on täidetud, kuna negatiivne naba, tsingist pulk Z, nõrgas salmiakisulatises seisab (20—25 grammi salmiakki niipalju wee peale, kuipalju klaasist nõu sisse mahub). See element on siis üheainsama wedelituga.

d. Süe-element.

Wähe teisendatud kujul (8. joon.) kannab seesama element süe-elementi nime. Tsingi tsilinder ripub siin, nagu seda waseelementi (6. j.) juures juba nägime, nukkide najal klaasi sõrwa peal, kuna klaasi festsipaigas, pildi peal kujutatud walmusega, süe ja pruunikiwi segust walmistatud tsilinder püsti seisab. Element täidetakse $1\frac{1}{2}$ tsentimeetrit äärest alla poole weega täis, millele 20—25 gr salmiakipulbrit juurde lisatakse. Seega on element tegewusewalmis.



7. Leclanché element.

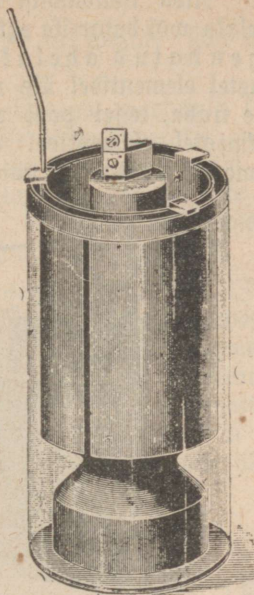
e. Kuivad elemendid.

Wäga mitmesuguste otstarbete jaoks on galvanielementide hästi hõlpus nõndanimetatud kuivade elementide kujul tarvitada. Wiimaseid võib hõlpsalt ühest kohast teise viia, ja sellejuures seisavad nad alati tarvitamise valmis, nii et enne ülespanemist waja ei ole esialgset kottuseadmist ette wõtta, nagu seda teiste elementide juures tuleb teha. Neil puudub otsekohene wedelik. Selle asendab otstarbekohase wedelikuga läbi liutatud pudrusarnane segu, mis enese alati niiske hoiab. Metallideks on ka kuivade elementide juures tsink ja süsi, kuna segu kottupanekut iga wabrit saladuses hoiab.

Joon. nr. 9 kujutab niisugusid kuivelementide. Nad on enamaste neljakandilise kastikese ehk ümariku rulli wäljanägemisega ja õige mitmesuguses suuruses olemas.

Süsi, mille naba kastikese keskpaigast wälja ulatab, on pruunikewiga piiratud.

Wiimast hoiab pergamentpaberist kest koos. Tsink, mille naba kõrwalt wälja ulatava traadiga on ära tähendatud, piirab pergamentkestast auklise tsilindri ja seisab pudrusarnase segu sees, mis salmiakiga läbi on liutatud.



8. Süie-element.

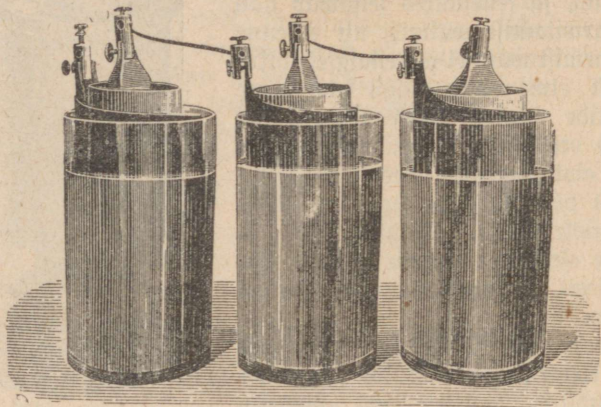


9. Kuivad elemendid.

18. Akel või batarei

Kui meil mitu tükki ühesugusid ehk ka mitmesuguseid galvanielementide käepärast on, siis wõime neid nõnda korraldada, et iga ühe elemendi negatiivne naba teise elemendi positiivse nabaga traadi abil ühenduses seisab, nagu seda 10. joonistusel kolme Danielli elemendi ühendamise wiisist võib näha.

Rida nõndawiisi ühendatud galwaniementi nimetatakse ahelaks või batareiks ehk, weel kohasemalt üeldud, järjestikku ühendatud ahelaks. Nii suguses ahelas seisab ainult viimastel elementidel üks naba waba, ühel pool rida otjas positiwiline naba, teisel pool rida otjas negatiwiline naba, kuna aga keskmiitel elementidel negatiwiline naba ühelt poolt seiswa elemendi positiwlise nabaga, positiwiline naba jälle teiselt poolt



10. Elektriachel või -batarei.

seiswa elemendi negatiwlise nabaga ühenduses on. Lühidalt: nabasi tuleb sarnases järjestikkuses ahelas ainult kaheksa ühendada, kusjuures ühest elemendist positiwiline, teisest elemendist jälle negatiwiline naba ühte pannakse. Nii sugused omadused sarnasel ahelal on, seda arutame laiemalt lähemas (II) peatükis.

19. Keemialik elektriwoolu sünnitamine.

Iga galwaniement, olgu ta kuida tahes ehitatud, annab woolu ainult selle läbi, et temas keemialised muudatused wältawalt ette tulewad, muudatused, mida me pärastpoole VII peatükis kõne alla wõtame. Sellepärast wõime ütelda, et elektriwoolu ümbermuutuivate olluste keemialise tööjõu (energia) kulul sünnitatakse ja käimas hoitakse.

Derstedti ülesleiduse, magnetinõela kõrwalpööramise abil oli nüüd palju fergem kui warem järele uurida, kas ei ole ehk kudagi wõimalik elektriwoolu weel mõnel muul wiisil sünnitada, kui ainult galwaniementidega. Ja tõepoolest leitigi kordkorralt weel kolm teist abinõu ülesse, üks juhtumisi, kaks teist jälle plaanilikult korraldatud katsete waral.

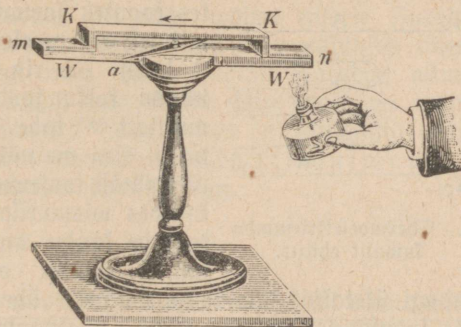
20. Elektriwoolu sünnitamine soojuse läbi.

1823. a. pani Seebeck tähele, et ka soojuse läbi võib elektriwoolusi sünnitada.

Kui kaks isesugust metalli oma otsadega wastamisi kinni joodetakse ehk üleüldse kõwaste teineteise külge liidetakse, ja kui siis üht liitekohta kas kuumendamise ehk külmetamise läbi soojemaks ehk külmemaks tehtakse kui teine on, siis tekib ka niisugusesse ühendusringisse elektriwool. Viimase olemasolemist tõendab metallide lähedusel kõrwalepööratud magnetinõel.

Seda võib väga kergeste järgmisel wiisil näidata. Joon. nr. 11 tähendawad W W wismutilatti, K K waseft wangu, mis m ja n kohal esimese külge on joodetud. Mõlemate metallide wahel olewase tühja ruumi on magnetinõel a keeramise-wabalt üles seatud. Niipea kui me ühte liitekohta, näit. n, soojendame, tekib kohe elektriwool, sest et magnetinõel a oma kõrwalepööramisega sellest märku annab. Elekter woolab täieste ühendatud metallilisel teel wismutilati seest soojendatud liitekohta ja wasslati kaudu külmemale liitekohta

poole noolega ära-tähendatud sihil, ja tuleb sealt wismutilatti mööda soojendamise koha juurde tagasi, et uut ringwoolu alata. Magnetinõel tõendab oma põhjanaba pahemale



11. Soojuse läbi elektriwoolu sünnitamine.

poole kõrwalepööramisega, et wool just sel sihil käib, nagu seda warem tundmaõpitud woolusihhi määruste järele võime kinnitada.

Niisama tekib wool ka siis, kui me ühe liitekohta, näit. n, kunstlikult teisest külmemaks teeme, olgu et me teda jäega ümber pürame. Sel juhtumisel käib positiivne wool wasslatist üle külmemaks tehtud liitekohta wismutilatisse, sealt üle soojema liitekohta jällegi wasslati sisse, seega niisamasugusel käiguwõrral nagu waremgi: wismutilatist soojema liitekohta kaudu wasslatisse, sealt üle külmemale liitekohta wismutilatisse tagasi.

Sarnasid woolusi nimetatakse thermo- või thermoelektriwooludeks (soojuse läbi sünnitatud elektriwooludeks), ja nende

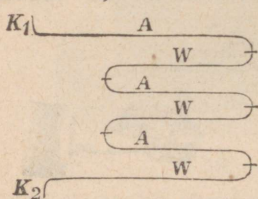
woolude tekitajat riista, mis kahest isesugusest otseti kokkuliidetud metallist walmistatud, kutsutakse *thermoelementiks*.

Seega on meil galwaniwoolud olemas, mida soojuse tööjõuga sünnitatakse.

Kui me ühe kumma-stgi metallist katti lõikame, siis lõpeb kohe woolukäik ja magnetindel ei pööra ennast enam kõrwale. Katkiloigatud metallide otsasi võime aga üksteisest mis-suguse traadi kaudu, näit. galwanoskoopist läbiminewa traadi kaudu ühendada, mis selleläbi wälimisesse ühendusringisse satuks, nagu seda waremates katsetes juba oleme teinud. Siis woolaks selles ühendusringis jällegi elekter, ja galwanoskoop näitaks meile, mis-sugusel sihil ta nimelt woolab.

21. Thermo-elektri-sambad.

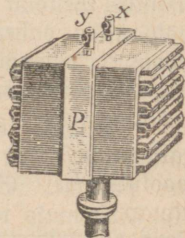
Niisama, nagu me galwanielementi järjestikku ühendasime, nii võime seda ka thermo-elementiga teha. Nõnda saame omale *thermo-elektri-samba*. 12. joon. näitab üleüldistes joontes sarnase samba kokkuseadmist



12. Thermo-elektri-samba tavalik ehitus.

mitmest thermo-elementist. Rida antimoni A lattisi on rida wismuti W lattidega nõnda kokku joodetud, et ikka üks wismutilatt W kahe antimonilati A wahele tuleb. Kui me nüüd ühele poole seiswaid liitekohtasi soojendame, siis woolab elekter kõikides wismutilattides soojendatud liitekohtade kaudu antimonilattidesse. Selle samba wabasi otsasi K_1 ja K_2 võib

teadagi üksteisest mis-suguse wälimise ühendusringiga ühendada. 13. joonistusel võime näha, mis-suguse wälimusega sarnane thermosammast on. Hulk wismuti- ja antimonilattide ühendatakse seal 12. joon. peal kujutatud wiisil otsasipidi kokku, ja kui ühele poole pööratud otsasi soojendame, siis woolab sambas elekter, muidugi teada sel tingimisel, kui samba wabasi otsasi X ja Y traadiga ühendame. Laseme selle woolu läbi galwanoskopi joosta, siis pöörab magnetindel muidugi kõrwale. Aga me märkame ka, et kõrwalepööramine hulga jõuetum on, kui harilise galwanielementi woolu läbiminemisel. Sellest võime järeldada, et ka thermosammaste wool ise hulga nõrgem ja jõuetum on kui galwanielementidel. Üleüldse kõneleme woolude jõu kohta järgnewas (II) peatükis pikemalt.



13. Thermosammast.

22. Michael Faraday poolt üles leitud induktsiooniwoolud.

Elektriwoolude kolmas ja neljas sünnitamiseviis on üks-teisega sugulased. Ka on mõlemad sünnitamiseviisid ühe ja sama uurija, nimelt Michael Faraday üles leitud, kelle nimi elektriteaduse edukäigul kõige tähtsamate ja esimiste meeste rias seisab. Faradai, kes esialgu raamatukõitjasellina töötas, oskas üliterawa meelega ja peenifese äraaimawa mõistusega looduse saladustesse tungida ja terve ria tähtsaid ülesleidusi teha, ja tema oli ka see, kes ülitähtsaid ja huwitawaid elektri induktsiooni nähtusi, millest sünnid kõneleme, mitte ainult üles ei leidnud, waid neid ka peaaegu täieste läbi uuris ja teaduslikult põhjendas. Faraday kirjasi lugedes wõime näha, kui palju raskeid ja waewarikkaid katsi pidi enne nurja minema, kuni wiimaks terve ria mitmesuguselt teisendatud katsete järele otstawa ja soowitawa nähtuse jälgi wõis märgata, ja kuida ta neid jälgi edasi uuris ja juurdles, kuni wiimaks õigele teele sattus. Kui me seda lueme, siis alles wõime enesele Faraday waimusuurust ette kujutada. Nüüd, kuna need nähtused täieste tuttawad on, ei pruugi meie enam sugugi Faraday astmelt astmele minewat waewarikkast teed mööda käia, waid me wõime otsekohe tarwilistest nähtustest finni hakata ja nüisugusid eeltingimisi tarwitada, mis nõndanimetatud induktsiooniwoolude sünnitamiseks otstarbekohaselt kasulikud on.

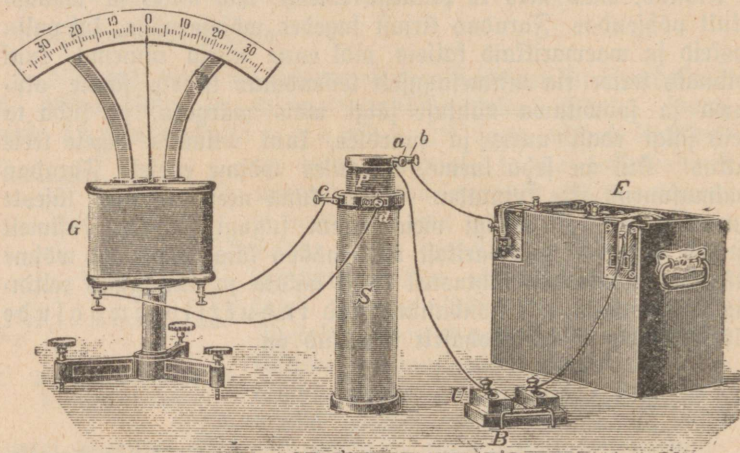
23. Elektriinduktsion.

Ulati, kui elektri wooluringi katkendatakse ehk ühendatakse, tekib lähedusel olewasse iseseiswasse wooluringisse filmapilkne elektriwool.

Mõlemad wooluringid on teineteisest täieste lahutatud, nõnda et nende wahel ühtegi woolujuhtiwat ühendust ei ole. Kui me ühes ringis woolu käima paneme ehk käimas olewa woolu äkki ära lõpetame, siis tekib teise ringi filmapilgu wältaw galwaniwool, s.o. wooluga elektrijuht mõjub lähedusel olewa wooluta elektrijuhi peale nõnda, et wiimasesse nagu iseendamiisi filmapilkne wool tekib. Nüisuguse mõjumise nähtuse leidis Faraday üles, ja tema eeskujul nimetatakse seda induktsioniks ehk õigimine elektriinduktsioniks.

Induktsioninähtus awaldab ennast seda hõlpsamine, mida lähemal mõlemad wooluringid üksteisele seisawad. Selleks otstarbeks wõib kõige paremine faks puust tsilindrit P ja S wõtta (14. joon.), kummagi peale eraldatud elektrijuht (traat) mäsfiida

ja siis peenem tsilinder jämedama õensufesse liikata. Nõnda on meil kaks iseseisvat ringkeerdudes traati olemas, mis üksteisele hästi lähedal seisavad. Jämedama tsilindri S traadi otsad lõpewad finnitusekruwide c ja d juures. Wiimaseid ühendatakse traatide abil galwanoskoopiga G. Sisemise tsilindri P peale mäsitud traadi otsad lõpewad finnitusekruwide a ja b juures. Ühe neist, näit. b kruwi, ühendame traadi abil otsekohe fastinäulise batarei E ühe nabaga, teise jälle, näit. joonistusel fujutatud juhtumisel a kruwi, ühendame lahutaja U kaudu batarei E teise nabaga. Lahutajal U on kaks elawhõbedaga täidetud



14. Elektriinduktiooni esitamine.

topsfifest. Kui topsfifestesse metallist looga B otsad pistetakse, siis on kruwi a batarei E nabaga metallilifult, s.o. elektrituhtiwalt ühendatud, kuna looga B wäljatõmbamisega see ühendus katkeb, ja kruwi a on siis batarei nabast lahutatud.

Pistame nüüd looga B elawhõbedada topsfifestesse. Batarei E wälimine ühendusring on seega woolulahutaja U ja tsilindri P keerdnde kaudu ühendatud, nii et batarei wool oma ringkäiku fohe wõib alata. Looga B sisepistmisel, s.o. batarei E woolu algamise filmapilgul lõõb galwanoskopi G nõel äkki kõrwale, aga jääb paari kõikumuse järele endisesse rahulikku olekusse seisma. See tähendab, et batarei E woolu algel iseseiswa tsilindri S keerdudesse filmapilkne wool tekkis, mis galwanoskopi nõela kõrwale liiklas. Kuigi batarei wool P keerdudes edasi festab, aga galwanoskop ei näita enam ühtegi woolu S keer-

dudes. Järelikult tekkis sinna wool ainult batarei woolu algamise filmapilgul.

Kui me nüüd uueste looga B elawhõbeda topsikestest välja tõmbame, s.o. batarei E woolu P feerdudes lõpetame, siis lööb sel filmapilgul galwanoskopi nõel jällegi kõrwale, see tähendab, et S feerdudesse uueste wool tekkis, mille wältus samati filmapilkne oli.

Sellest wõime nüüd järeldada, et tsilindri P feerdudes käiwa woolu algel, samati ka woolu lõpul, tõepoolest ümbritsewa tsilindri S feerdudesse filmapilkne galwaniwool tekib, olgugi, et S feerud P feerdudest täieste lahus ja iseäraldatult seisawad.

Neid filmapilkseid woolusi nimetatakse indukttsiooniwooludeks ja nähtus ise kannab elektriindukttsiooni nime. Sellepärast wõiksime ütelda, et P feerdude woolu algel ja lõpul S feerdudesse filmapilkne wool indutseerneb (P feerdude woolu mõjul tekib).

P feerud kannawad indutserija ehk esipooli (primaaripooli) nime, ja nendes woolab esiwool, S feerud jälle indukttsiooni- ehk teisendpooli (sekundääripooli) nime, ja nendes sünnib indukttsiooniwool.

Kui esipoolis wool wältawalt käib, siis ei ole teisendpoolis ühtegi indukttsiooni märgata, sest et galwanoskop täieste rahulikult seisma jääb. Indukttsiooniwool ilmub ainult siis, kui esipooliwool muutub, s.o. kas tekib ehk kaub.

Paneme nüüd ligemalt tähele, kuida indukttsiooniwool galwanoskopi kõrwalelõõmise peale mõjub. Kui esiwool algab, lööb galwanoskopi nõel ühele poole kõrwale, kui esiwool lõpeb, siis wastupidisele poole. Warem seletatud Amperi ujumismäärust filmas pidades wõime tõendada:

Indukttsiooniwool (S poolis) jookseb esiwoolu algul (P poolis) esiwoolule wastukäiwas sähis, esiwoolu lõpul aga pärisähis, s.o. indukttsiooniwool (S poolis) tahaks nagu esiwoolu (P poolis) tema algamisel tagasi tõrjuda (kui ta talle wastupidi woolab) ja lõppemisel nagu jatkata (kui ta esiwooluga samal sähil jookseb).

Woolu indutseriw mõju iseseiswate traadifeerdude peale ulatab weel laugemale. Tarwis ainult wooluga pooli woolutiija pooli seisukorra wastu muuta, kui wiimasesse samati filmapilkne indukttsiooniwool tekib.

Ütleme, et P pooli feerdudes (14. joon.) elekter wältawalt woolab, kuna S pool (indukttsioonipool) woolutihi on. Soiname ühe käega S pooli finni, kuna teisega P pooli, milles elekter

woolab, äkki natuke väljapoole tõmbame. Kohe märkame, et galwanoskopi nõel filmapilguks kõrwale lööb; see tähendab, et S pooli keerdudesse filmapilkne induktzioniwool tekkis. Kui P pooli jällegi tagasi lükkame, siis ilmub S pooli keerdudesse uueste induktzioniwool. Viimasel juhtumisel lööb aga galwanoskopi nõel wastupidisele poole kõrwale, mis tähendab, et ta selle woolu siht endise woolu sihile wastupidine on.

Kui me esipooli (woolupooli) induktzionipoolile lähendame, j. o. mõlematel poolidel enam keerdusi üksteisele wastamisi lükkame, siis käib tekitaw induktzioniwool esiwoolude wastupidisel sihil, kuna mõlemaid poolisi üksteisest eemale lükkates tekitatud induktzioniwool samal sihil käib nagu esiwoolgi. Sellejuures on ükstakõik, kas induktzionipooli kinni piame ja esipooli liigutame ehk ümberpöördult; peaaegu on aga see, et mõlemate poolide wastamisi seisukorda muudetakse.

Elektriinduktzioni kohta võime nüüd järgmise üleüldistuse wastu wõtta:

Induktzioniwoolu siht on esiwoolu sihile
esiwoolu algul ehk lähenemisel wastupidine,
esiwoolu lõpul ehk kaugenemisel ühine.

24. Magnetiinduktzion.

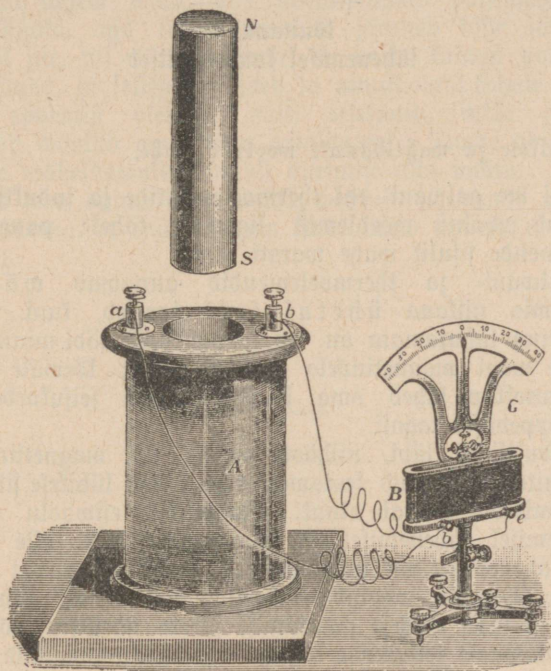
Ülemalkirjeldatud nähtusi wõis Faraday ka siis ette kut-suda, kui ta esiwoolu asemel magnetisi tarwitusele wõttis. Sellega tuleme nüüd neljandama elektriwoolude sünnitamise wõisi, m a g n e t i i n d u k t z i o n i juurde, millel kõigi teiste ees kõige suurem tähtsus on.

Teatawaste walmistatakse harilikka teras magnetisi wäga mitmesugusel kujul: hobuseraua näul, ümarikkude ehk kandiliste pulkadena ehk pikkade peenikeste nõeladena.

Magneti otsasi nimetatakse nabadeks, üht põhjanabaks, teist lõunanabaks. Põhjanabaks nimetatakse seda otsa, mis geografilise põhjakaare, õigem, maakera põhjanaba poole näitab, kui magnetipulk ehk nõel tasakaalus kas misgi terawa otsa peale üles seatud ehk nõõri otsa üles riputatud on. Mõõigil olewatel magnetitel tähendatakse põhjanaba kas punase wärwiga ehk mõne määrgiga ära, näit. põikikriipsuga ehk N tähega. Teine ots on siis magnetil muidugi lõunanaba.

Faraday leidis, et ka magneti ühe ehk teise naba lähendamisel, niisamati ka kaugendamisel, woolutühja traadi keerdu-desse filmapilkne galwaniwool tekkis. Seda ülitähtsat nähtust nimetatakse m a g n e t i i n d u k t z i o n i k s.

Kui me magnetipulga NS (15. joon.) traadipooli A awaufesse liikkame, siis tekib A keerdudesse filmapilkne wool, mis pooli fennitamiseksruwide a ja b kaudu läbi galwanoskopi G woolab ja selle nõela filmapilguks kõrwale liikkab. Tõmbame nüüd magnetipulga pooli A awaufest jällegi wälja, siis tekib uueste filmapilkne wool, mille siht aga esimisele wastupidine on, sest et ta galwanoskopi nõela teisele poole kui enne kõrwale kal-



15. Magnetiinduktzioni esitamine.

lutab. Piab weel tähendama, et magneti ei olegi waja poolile täieste sisse liikata: magnetipulga iga wähem kui lähendamine, niisama ka kaugendamine, kutsub traadipoolis induktzioniwoolu ilmsile. Induktzioniwoolu siht on aga magnetipulga lähenemisel selle wastane kui kaugenemisel, ja põhjanaba lähenemine tekitab teisesihilise woolu kui lõunaba lähenemine. Sedasama tuleb ka mitmesuguste nabade kaugendamise kohta ütelda.

Kui me põhjanaba lähendamisel tekitatud indukttsiooni-woolu positiivseks piame ja + märgiga (negatiivsi woolusi aga —märgiga) ära tähendame, siis saame järgmise magneti-indukttsioni

woolusihtide kawa:	
põhjanaba	
lähennemisel	kaugenemisel
+	—
lõunanaba	
lähennemisel	kaugenemisel
—	+

25. Alaliste ja vaheldawate woolude wah.

Kui me galwani- ehk thermoelementide ja indukttsioni läbi sünnitatud woolusi wõrdlemisi ligemalt tähele paneme, siis paistab nende sisulit wah warsti silma.

Galwani- ja thermoelemendid annawad wältawat woolu, mis niikaua ühetasaselt jookseb, kuni wälimine ühendusring lahutamata on. Galwanoskoopist läbi minnes paneb niisugune wool magnetinõela wältawalt kõrwale hoidma, ja galwanoskoop läheb oma harilikku nulli seisukorda ainult woolu lõppemisel tagasi.

Indukttsioni läbi, niihästi elektri- kui magnetiindukttsioni läbi sünnitatud woolud festawad ainult õige lühikese filmapilgu. Indukttsiooniwool wältab ainult filmapilkfelt esiwoolu algamisel ehk lõppemisel, lähennemisel ehk kaugenemisel wõi jälle magnetinabade lähennemisel ehk kaugenemisel, ja galwanoskopi magnetinõel lööb sarnaste woolude läbiminemisel ainult filmapilguks kõrwale, ja jääb wahese wõnkumise järele harilikku põhjalõuna poole näitawasse seisukorda rahule. Indukttsiooniwoolud on lühikese kestwusega filmapilkse woolud.

Niisugused filmapilkse woolud käiwad wah teistsuguste seaduste järele kui wältawad woolud. Indukttsioniseadusi filmas pidades, pistame magnetipulga woolutühja poolisse, kust me ta aga kõhe jälle wälja tõmbame, mispeale uueste sisse pistame ja jällegi wälja tõmbame jne. Sedawiisi edasi töötades, sünnitame poolifeerdudesse iga edasitagasi liigutamisega filmapilkse woolutõuke, mille siht aga igakord waheldamisi wastupidine on. Kui niisugused wastupidise sihiga woolud wäga kiireste, näit. wiiskümmend korda sekundis, üksteise järele käiwad, siis kannawad nad waheldawate woolude nime, ja wooluringis käib siis waheldaw wool. Sellewastu nimetatakse alalis-

teks wooludeks sarnasid wältawaid woolusi, mis oma sihti terwel woolu ajal ei muuda.

Waheldawad woolud ei awalda mingisugust mõju galwanoskopi peale — see jääb rahulikult ehk õige wähe wärisedes oma nulliseisukohale paigale. Ja see on lihtsalt arusaadaw: tahaks üks wool galwanoskopi nõela näit. paremale poole förwale pöörata, seal järgneb selsamal filmapilgul teise sihiga, aga niisama tugew wool, mis nõela tahaks pahemale poole förwale käämata, aga sellele woolule järgneb kohe jälle uue sihiga wool jne, nii et magnetinõel ei suuda kuhugi poole förwale käänduda, ja sellepärast jääb ta ainult nulli kohale seisma. Siiski on aparatiisi olemas, näit. telefonid, mille peale ka waheldawad woolud oma mõju awaldawad. Nende abil wõime pärastpoole waheldawaid woolusi uurimise alla wõtta.

Enne seda õpime aga alalisi woolusi ja nende omadusi ligemalt tundma, et enam-wähem kindlamaid aimeid nende üle kätte saada.

II.

Alaliste elektriwoolude seadused.

1. Elektriwoolu tugewus ja selle mõetmine.

Senini ei ole meil weel wõimalik olnud elektriwoolu käigu olude kohta selget pilti luua. Sellegipeale waatamata püüame nüüd endile enamwähem kindlaid aimeid, määruusi ja tõendusi elektriwoolu kohta üles seadida, et neid tulewikus otstarbekohaselt seadustena käsitada.

Magnetinõela kõrwalepööramise järele wõime otsustada, et ümbritsewas ehk lähedal olewas juhis elekter woolab. Sellejuures tahaks magnetinõel ennast traadi wastu nagu loodis seisukorras hoida. Ühtlasi püüab magnetinõel owa loomulikku seisukorda tagasi minna, s.o. maaferra magnetismuse mõjul põhjalõuna poole näidata. Nende mõlemate mõjude all pöörab ennast magnetinõel teatawal wiisil oma harilikust põhjalõuna poole näitawast seisukorrast ära. Ülemal pool oleme aga juba tähele pannud, et magnetinõel üks kord tugewama, teine kord nõrgema jõuga ennast oma harilikust seisukorrast ära pöörab; näit. Danielli elemendi mõjul läks ta palju kõwema jõuga ja kaugemale kõrwale kui thermoelemendi mõjul. Sellest järeldame, et kaks isefugust elektriwoolu wõiwad mitmesuguselt oma mõju magnetinõela kõrwalepööramise peale awaldada.

Nõnda oleks siis asjakohane arwata, et ühel ehk teisel elektriwoolul suurem ehk vähem jõud on, mispärast tõendada wõiksim:

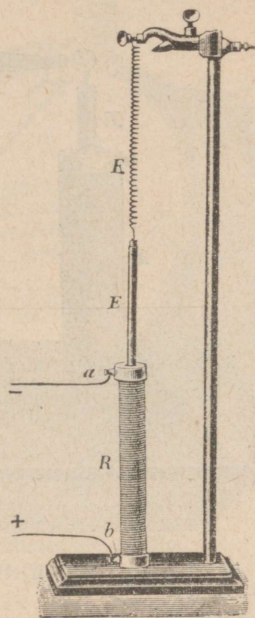
Elektriwoolu tugewus on seda suurem, mida suuremal mōedul ta oma magnetlist mõju awaldab.

Meie galwanoskopi nõel pöörab siis seda rohkem oma põhjalõunapoolsest seisukorrast ära, mida suurema tugewusega galwaniwool teda ümbritsewast traadist läbi läheb, ja ümberpöördult, wõiksim ka galwanoskopi nõela kõrwalepööramise suuruse järele otsustades läbiwoolawaid elektriwoolusi üksteisega wõrrelda, s.o. me wõiksim ütelda, kas üks wool teisest kaks ehk enam korda tugewam wõi nõrgem on. Nõnda wõime siis esialgselt galwanoskopi abil elektriwoolusi nende tugewuse järele üksteisega wõrrelda, s.o. nende tugewust pealiskaudselt mõeta.

2. Elektriwoolu teised magnetlised avaldused.

Magnetinõela kõrvalepööramine ei ole ainumaks magnetlises avalduses, mis elektriwoolu mõjul ilmfile tuleb. Pärastpoole õpime veel palju teisi tundma. Siin võtame ainult ühe neist lähema vaatlemise alla, sest et aparat, mille abil elektriwoolu tugewust tõeste mõdetakse, selleksama avalduse põhjusemõttel on ehitatud.

Kui me traadi paljudes keerdudes õensa rulli R ümber mäsime, nagu seda 16. joonistusel näha võib, ja traadi otsad a ja b mõne galwanielemendiga ehk thermoelektrielemendiga ühendame, siis woolab R rulli keerdudes elekter, ja rulli lähedusel, iseäranis tema õensuses tuleb hästi kõwa magnetiline jõud ilmfile. Seda võib näit., järgmisel viisil selgeks teha: rulli R kohale riputame feerdwedru F abil pehmest rauast pulga E ülesse ja paneme siis elektri R feerdudes woolama. Kohe tungib rauapulk E rulli õensusesse ja jääb sinna woolu feetwusel piatama. Niipea kui wool rulli feerdudes lõpeb, hüppab pulk E wedru F tõmbamisel jällegi õensusest wälja.

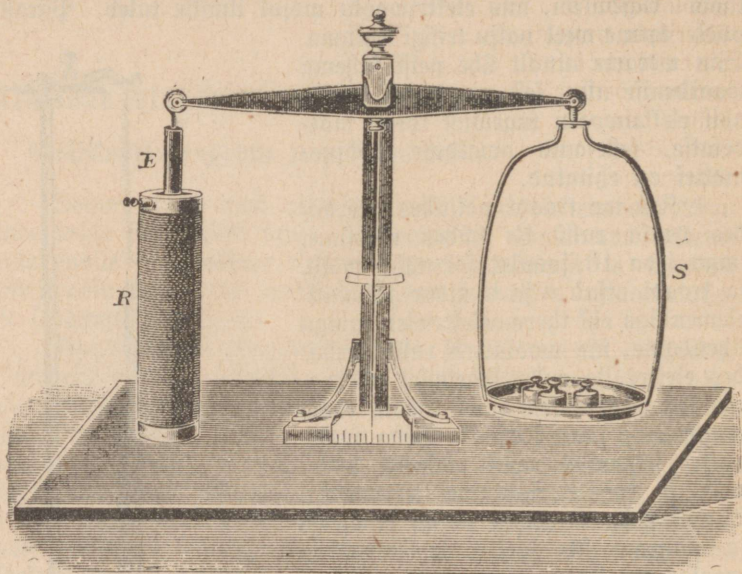


16. Elektriwoolu magnetlise tegewuse awaldamine.

3. Elektriwoolu tugewuse „kaalumine“.

Praegufujutatud nähtust võime wäga fergeste elektriwoolude mõetmiseks järgmisel viisil tarwitada. Raudpulga E riputame kaalu ühe waekausi asemel üles, kuna teise kausi peale niipalju pommisi paneme, kuni tasakaalu kätte saame (17 joon.). Raudpulga all feisab paljude elektrijuhji feerdudega rull R. Niipea kui me nüüd rulli feerdudesse elektri woolama paneme, tungib pulk E kohe rulli R õensusesse, ja waekausi S peale piame jällegi niipalju pommisi panema, kuni kaal uueste tasa feisab. Juurdelisatud pommid näitawad meile nüüd woolu magnetlise jõu suurust, ihtlasi ka selleksama woolu tugewust, nagu seda endiste otsustamiste järele võime ütelda.

Nõnda on võimalik mitmesuguse tugewuse woolusi ker-
geste iiksteisega kaalupommide abil wõrrelda. Kui me näit.
iije woolu „kaalumiseks“ poole rohkem pommisi tarwitafime



17. Elektriwoolu tugewuse „kaalumine“.

kui teise jauks, siis wõime ka julgeste ütelda, et esimine wool-
teisest poole wõrra tugewam on.

4. Amper — elektriwoolu tugewuse üksus.

Kui me nüüd teatava woolutugewuse, mis meie aparadil
teatava pommi tasakaalus piab, mõeduiksuseks wastu wõtame,
siis wõime selle üksusega kõiki teisi woolusi nende tugewuse
järelle wõrrelda, s.o., nende tugewust ära mõeta. Nõnda on
tõepoolest tehtudgi. Teatawat woolutugewust tarwitatakse
mõeduiksusena ja seda üksust nimetatakse kuulsa elektriteadlase
Ampère'i (ampeeri) auks amperiks (ampeeriks). Kuda seda
üksust kindlaks tehti, selleüle seletame pärastpoole. Nagu pikkusi
meetritega ehk süldadega mõedetakse, nõndaamati mõedetakse
elektriwoolu tegewusi amperidega. Nõnda wõime woolutuge-
wusi ära tähendades näit. 1-, 5-, 8-, 10-, 100- jne amperilis-
test wooludest kõnelda. Tuhandik osa amperisi kannab milli-
a m p e r i nime.

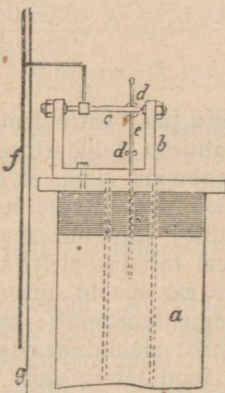
5. Amperemeter — woolutugewuse mõetja.

Woolutugewuse äramääramiseks amperides on ifesugused riistad, mis otsekohe näitawad, kuipalju amperisi läbimineew wool tugew on. Niisugusi riistu nimetatakse amperemetriteks (amperide mõetjateks). Nende ehitus on ülemalfeletatud rauasüdamel rullifeerdudesse tõmbamise omaduse peale põhjendatud. Joon. 18. näitab meile niisuguse amperemetri wälimust, kuna

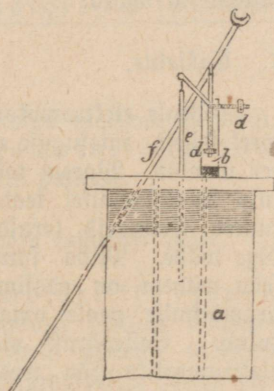


18. Amperemeter — woolutugewuse mõetja.

19. joon. sellesama amperemetri sisemist ehitust kõrvalt waadates, 20. joon. jälle tagast waadates kujutab. a tähendab wiimastes joonistustes traadipooli või rulli, mille õensuse sisse woolu läbimisel pehmetest rauast pulgast e tungib. Sellejuures paneb wiimane wõlli c keerama, ja ühes sellega liigub ka näitaja f wälimisel numbrilaulal, kus ta teatava numbri kohal seisma jääb, mis küsitawa woolu tugewust amperides tähendabgi. Et salgu määrataks numbrid, mis jäädawal seisma jääwad, selleläbi ära, et traadipoolist 5, 10, 20 jne amperi tugewusega woolusi läbi lastakse joosta ja sellejuures näitaja seisukohast kohalise numbriga ära tähendatakse. Nõnda



19. Amperemetri sisemine ehitus (kõrvalt waadates).



20. Amperemetri sisemine ehitus (tagast waadates).

wõime siis igaford, ümberpöördukt, ka näitaja seisukohta järele otsustada, kui tugew küsitaw wool amperides on: seda ütleb näitaja all olew nummer.

6. Elektromotorlik jõud.

Nüüd wõime siis hõlpsaste elektriwoolu tugewust mõeta. Kust see aga tuleb, et üks wõi teine wool tugew ehk nõrk on, ja mis sugustest eeltingimistest oleneb woolutegewus? Kõigepealt muidugi woolusünnitajatest enestest. See ei ole ju mitte ükskõik, kas me Danielli, thermo- wõi Leclanché elementi tarwitamine.

Kui me kusagil mõnda liikumist tähele paneme, olgu, et wanter maanteel sõidab, wesi woolab ehk õhk tuulena heljub, ifka on oma teataw tõukejõud olemas, mis teatawat liikumist sünnitab. Sarnane tõukejõud on ka kõikidel elementidel olemas, niihästi galwani- kui thermoelementidel. Pärastpoole kõneleme selleüle pikemalt, kust nad niisuguse tõukejõu wõtawad, nüüd olgu aga tähendatud, et esimeste juures seda keemialised olluste muudatused, teiste juures jälle soojus walmistab.

Tõukejõud, mis elementides elektri woolama paneb, kannab elektromotorliku jõu nime. Igal galwani- kui ka thermoelementil on oma teataw osa elektromotorlikku jõudu. Mida suurema elektromotorliku jõuga teataw woolusünnitaja muidu ühesugustel tingimistel täotab, seda tugewamat woolu saadab ta wälja.

7. Takistus.

Peale elektromotorliku jõu oleneb teatawa woolu tugewus weel sellest, mis suguse ehitusega juhid (traadid) on, milles elekter woolab. Warem tähendasime juba, et kõik kehad elektriwoolule läbiminemisel teatawa osa takistust wastu panewad, selle juures isolatorid (eraldajad) ülipalju, pooljuhid wähem, juhid õige wähe. Mida suurem takistus elektriwoolu teel ees seisab, seda wähem on edasiminewa woolu tugewus, sest et takistuse ärawõitmise peale omajogu tugewusest raisku läheb, s.o. ära fulub. Sellepärast oleneb woolutugewus peale wooluallika elektromorliku jõu weel fogu takistustest, mida wool oma teel piab ära wõitma. Nimetatud fogutakistus seisab mitmesugustest osadest koos. Sinna hulka tuleb kõige esiteks takistusi lugeda, mida element ise oma metallide ja wedelikkudega woolu läbiminemisele wastu paneb, siis ühenduse traatide ja üleüldse

kõikide teiste traatide takistusi, millest elekter piab läbi woolama, nõnda, näit., kui wool läbi amperemetri läheb, siis tuleb ka selle riista traaditakistust kogutakistuse arwu üles wõtta. Mida me eriwõisi takistuse all mõtleme, selleüle harutame weel edaspidi.

8. Ohmi seadus.

Igatahes wõime nüüd endile järgmise põhjuslause üles seadida:

Woolutugewus on seda suurem, mida suurem wooluallika elektromotorlik jõud on, kuna woolutugewus seda wähem on, mida suurem ühendatud wooluringi kogutakistus on, nii et kogutakistuse kaswamisel woolutugewus sedawõrd kahaneb, kuna elektromotorliku jõu kaswamisega woolutugewus ka sedawõrd kaswab.

Muutub näit. woolu kogutakistus kas kahe, kolme ehk neljakordselt suuremaks kui warem oli, kuna elektromotorlik jõud endiseks jäi, siis wõib ainult pool, kolmandik ehk neljandik osa alguswoolu tugewusest üle jääda.

See lause, millel elektriteaduses ülisuur tähtsus on, kannab selle ülesleidja järele Ohmi (oomi) seaduse nime. Seda wõime järgmisel lihtsal wiisil ära tähendada:

Iga ühendatud wooluringi woolutugewuse leiame selleläbi üles, et wooluallika elektromotorliku jõu kogutakistuse peale jagame, ehk:

$$\text{Woolutugewus} = \frac{\text{elektromotorlik jõud}}{\text{takistus}}$$

Domiseadus on iga galwaniwoolu kohta määrew, muidugi, kui kõiki wooluringis olewaid elektromotorlikka jõudu si, samati ka kõiki takistusi tähele paneme.

9. Suhi pikkuse, läbilõike ja materjali mõju takistuse peale.

Tundmaõpitud suurusi, elektromotorlikku jõudu ja takistust, wõime paljudel juhtumistel lihtsalt amperemetri abil ära määrata ja mõeta. Esiteks paneme takistust tähele. Katsete jaoks wõtame kindla elektromotorliku jõuga elemendi, näit. Danielli elemendi. Kui me selle woolu mitmesugusest materjalist tehtud traatidest, mille pikkus ja läbilõike ka mitmesugune on, läbi woolata laseme, siis näitab meile amperemeter igaford ise suurusega woolutugewusi. Elektromotorlik

jõud jäi kõige aja muutumata, sellepärast võime Ohmi seaduse põhjal ütelda, et mida vähema woolutugewuse teatava katse ajal saime, seda suurem oli katseleolewa traadi takistus. Niisuguste katsete waral võime otsekohe kindlaks teha, kuida takistuse suurus elektrijuhi (traadi) pikkusest, läbilõikest ja materjalist oleneb. Sedawiisi leitigi, et juhi takistus on seda suurem, mida pikem ja peenem juht on (mida vähem ta läbilõige on), ja juhi takistus on seda vähem, mida lühem ja paksem juht on (mida suurem ta läbilõige on).

Kas läbilõige ümarik, neljakandiline ehk mõne muu kujuline on, see on ükspuhas. Tähtis on ainult läbilõike suurus.

10. Juhi eritakistus.

Juhi takistus oleneb mõeduandwalt weel sellest, mis sugusest materjalist ta on walmistatud. 1 meetri pikkusega ja 1 ruutmillimeetri läbilõikega elawhõbedalõngal on, näit., hoopis teine takistus, kui niisama pikal ja niisamasuguse läbilõikega aluminiumpultraadil. Sellepärast, kui me teatava pikkusega ja teatava läbilõikega elawhõbedalõnga takistuse mõeduiksusest wastu wõtame, siis võime iga teise samasuguse pikkusega ja läbilõikega juhtiwa materjali jaoks arwu kindlaks teha, mis näitab, kui palju selle materjali takistus sõrdlewast elawhõbeda takistusest suurem ehk vähem on. Seda arwu, mis elawhõbeda takistuse üksuse peale on rajatud, nimetatakse juhi eritakistuseks. Allpoolsetes tabelites toome mitmete metallide ja teiste elektrijuhtide eritakistused ette. Näitusena olgu siin tähendatud, et raua eritakistus elawhõbeda omaga sõrdlemisi 0,10 on, grafidil aga 12. See tähendab, et rauatraadil kümnes osa niisama suure pikkuse ja läbilõikega elawhõbedalõnga takistusest on, kuna jälle grafidil kaksteistkümmed korda suurem takistus on.

Nüüd võime siis järgmise seaduse wastu wõtta:

Teatava juhi takistus on tema eritakistuse suurune, mida tema pikkusega kaswatada, aga läbilõikega jagada tuleb. Lühidalt:

$$\text{Juhi takistus} = \text{eritakistus} \times \frac{\text{pikkus}}{\text{läbilõige}}$$

See seadus on kõiksuguste elektrijuhtide kohta maksew, sellepeale waatamata, kas nad metallid, süed ehk wedelikud on, nõnda siis ka galwanielementides olewate wedelikude kohta. Kuigi wedelikudel traadi kuju puudub, ometi võib nende juures pikkusest ja läbilõikest kõneleda, millest elekter läbi piab woolama.

11. Takistuseüksus — oom.

Teatava traadi takistus on niisugune suurus, mis ainult traadi kujust ja materjalist oleneb, aga sugugi mitte tema sees liikuwast woolust. Sellepärast võib ükskõik misugust takistust mõeduiksusena wastu wõtta, sellele oma nimi anda ja siis kõiki teisi takistusi selle üksusega mõeta ja ära tähendada. Nõnda on tõepoolest tehtudgi.

Takistuse üksusena on $106,3$ cm pikkuse ja 1 ruutmillimeetri läbilõikega elawhõbedalõnga takistus 0° C temperatura käes wõetud ja sellele üksusele elektriuurija Ohmi auks 1 oom nimeks pandud.

Nõnda mõedetakse kõiki takistusi oomidega. Ülemal ära tähendatud oomi suurus on meil ja kõigis teistes maades ametlikult tarwitusele wõetud.

12. Oomilik eritakistus ja woolu erijuhitwus.

Elektrotehniliste arwamiste jaoks on kasulik iga materjali eritakistust kindla arwuga karakteriserida, nimelt niisuguse arwuga mis oomisi tähendab. Üleüldisel kokkuleppimisel on otsuseks tehtud eritakistuse määramiseks niisugust nummert wastu wõtta, mis teatawast metallist walmistatud m (meetri) pikkuse ja 1 qmm (ruutmillimeetri) läbilõikega traadi takistus 0° C (18° C (Celsiuse) temperatura käes näitab. Seda nummert nimetatakse teatava materjali oomiliseks eritakistuseks.

Waatame, kuida selle oomilise eritakistuse näitawa arwu elawhõbeda enese jaoks kätte saame. Tabelis leiame $0,958$. Nagu tähendatud, on $106,3$ cm ehk $1,063$ m pikkuse ja 1 qmm läbilõikega elawhõbedalõngal 1 oom takistust. 1 m pikkusel lõngal on siis muidugi $\frac{1}{1,063} = 0,9407$ oomi takistust 0° temperatura käes. 18° temperatural on see arw wähe suurem, nimelt $0,958$.

Eritakistuse ümberpööratud arwu nimetatakse woolu erijuhitwuseks. Ta näitab meile, kuipalju meetrit 1 qmm läbilõikega traadi teatawast materjalist tuleks wõtta, et selle takistus 1 oomi wälja teeks. Näit. tsingi eritakistus on $0,061$ oomi (1 m pikkuse ja 1 qmm läbilõikelise traadi kohta). 1 oomi takistuse teeks muidugi niipalju meetrid pikem tsingitraat wälja, kuipalju korda 1 oom 1 m traadi eritakistusest, $0,061$ oomist, suurem on. Sedawiisi saame $\frac{1}{0,061} = 16,4$ m. Nii pikal 1 qmm läbilõikelisel tsingitraadil on siis 1 oom takistust. Teatawaste

oleneb woolutugewus juhi tafistusest. Erijuhtiwuse arwud näitawad meile siis wördlemisi, kui ka ugele mitmesugusest materjalist, aga ühesuguse läbilõikega traadid ühesuguse tugewusega woolu wõiwad edasi juhtida.

Erijuhtiwuse arwud näitawad ka wördlewaid woolutugewusi, mida mitmesugusest materjalist, aga ühesuguse pikkuse ja jämedusega traadid endist läbi lasewad woolata. Seis kui näit. 16,4 m pikkusel ja 1 qmm läbilõikega tsingitraadil 1 oom tafistust on, siis on 1 m samasugusel tsingitraadil muidugi 16,4 korda vähem tafistust. Me teame aga, et Dhmi seaduse põhjal tafistuse wähenemisega sedawõrd woolutugewus kaswab. Sellepärast lasseb 1 m pikkune 1 qmm läbilõikega tsingitraat 16,4 korda tugewamat woolu läbi woolata, kui 1 oomi tafistusega 16,4 m pikkune sama traat, kuna 1 m pikkune wassitraat jälle 58,8 korda tugewamat woolu läbi lasseb woolata, kui 1 oomi tafistusega 58,8 m sama traati jne.

Nõnda näitawad siis woolujuhtiwuse arwud wördlewaid woolutugewusi, mida ühesuguse pikkusega ja jämedusega mitmesugusest materjalist traadid endist läbi lasewad woolata.

Mõnede metallide, nende segude ja süte eritafistused oomides ja woolu erijuhtiwused on järgmises tabelis 18° C temperatural üles tähendatud.

Juhi nimetused	Eritafistused (1 m pikkuse ja 1 qmm läbilõikega juhtitafistuse oomides)	Woolu erijuhtiwus
aluminium	0,032	31,3
elawhõbe	0,958	1,044
hõbe	0,016	62,5
kuld	0,023	43,5
nikkel	0,08—0,11	9—12,5
platin	0,14	7 15
raud	0,09—0,15	7—11
tina	0,21	4,8
tsink	0,061	16,4
wass	0,017	58,8
" (kõige puhtam)	0,0162	61,8
grafit	13	0,07
gaasijüsi	umbes 50	0,02
uus hõbe	0,147—0,40	2,5—6,8
nikkelin	0,42	2,4
patentnikkel	0,33	2,1
konstantan	0,49	2,0
manganin	0,42	2,4
kruppin	0,84	1,2

Cesolewas tabelis näitavad siis eritakistuse arvud, kui palju oomisi takistust 1 m pikkusel ja 1 qmm läbilõitelisel traadil 18° C temperatural on, kuna erijuhtivuse arvud ära tähendavad, kui palju meetritel samal traadil 1 oom takistust on ehk kui suurt võrdlewat woolutugevust 1 m sarnast traati edasi juhib.

Erijuhtivuse arvu võime seega kergeste eritakistuse arvuks muuta, kui arvu erijuhtivuse peale jagame; näit. wase erijuhtivus on 58,8, ta eritakistus on siis $\frac{1}{58,8} = 0,017$. Murd $\frac{1}{58,8}$ ei ole muud ühtigi kui arw, mis näitab, kui palju takistust 1 m peale tuleb, kui 58,8 meetril 1 oom takistust on.

Mida suurem teatava olluse juhtivus on, seda paremine laseb ta galwaniwoolu läbi. Tabelist võime näha, et kõrge kõige paremine woolu juhib (62,5), kuna kõrge kõrbeda järele wass tuleb (58,8). Grafit laseb elektriwoolu 800 korda ja gaasi süsi koguui 3000 korda pahemine läbi kui wass. Wäga hea juhtivuse pärast saadetaksegi elektriwoolu enamiste waseft juhtides edasi. Liiga pikkade juhtide, näit. telegrafi juhtide jaoks oleks wasse wähe kalliskulu pruufida, sellepärast wõetakse seal siis rauast ehk brongisist traadid tarwitusele, olgugi, et nende juhtivus umbes kuues osa wase juhtivuseft on, aga sellewastu on ka nende hind hulga odawam.

Eritakistuste tabeli järele võime ükskõik misjuguseft olluseft ja kui pika juhi takistuse wälja arwata, kui aga juhi läbilõike suurus tuttaw on. Näit. kui palju oomisi takistust on 15 km* (14 wersta) pikkusel alumiiniumitraadil, mille läbilõige 10 qmm on? Seda tuleb warem tundma õpitud juhatusel järele wälja arwata.

$$\begin{aligned} \text{Takistus} &= \text{eritakistus} \times \frac{\text{pikkus (meetrites)}}{\text{lõibilõige (qmm)}} = 0,032 \times \frac{15,1000}{10} \\ &= 48 \text{ oomi ehk kui } 0,032 = \frac{1}{31,3} \text{ wõtame, siis on takistus} = \frac{1}{31,3} \\ &\frac{15,1000}{10} = 48 \text{ oomi.} \end{aligned}$$

15. Wedelikkude eritakistus ja erijuhtivus.

Elektriwoolu juhtiwatel wedelikkudel on üleüldse palju suurem takistus kui metallidel (elawhõbe ei ole wedelik, waid metall), kuna nende erijuhtivus wäga pisukene on. Suurem osa läbiuuritud wedelikkudeft ei ole muud kui soolade ja hapete weega sulatised. Nende erijuhtivus oleneb sellest, misjugusel

*) km = kilomeeter = 1000 meetrit = umbes 470 füllda.

mõedul nad soolasi ja happeid sisaldavad. Näit. 10% wafewitrioli sulatis juhib woolu paremine kui 50% sulatus. Järgmised arvud näitavad meie mõnede wedelikkude eritakistust ja erijuhtiwust, kusjuures elawhõbeda omad üksustena on wõetud.

Wedeliku nimetus	Eritakistus Elawhõbe = 1	Erijuhtiwus Elawhõbe = 1
Weewlihapu 30,4-protsendiline	14500	0,0000691
kibeda-soola sulatis 17,3-protsend.	217300	0,0000046
tfingiwitrioli sulatis 23,7-protsend.	222000	0,0000045
wafewitrioli sulatis, kange . . .	256200	0,0000039
häädikahapu 16,6-protsendiline	6670000	0,0000015

Täieste puhas wesi ei lase elektriwoolu pea mitte sugugi läbi, sellepärast wõib teda peaaegu täielikuks eraldajaks pidada. Aga kõige pisem wõeraste olluste juurdejegamine teeb wett juba faunis heaks elektrijuhiks.

Wedelikkude ja metallide wahel on weel sellepoolest tähtis wahe, et kõrgemal temperatural metallide takistus kasvab, wedelikkude takistus aga kahaneb. Siiski on sellepoolest wedelikkude sarnane: kõrgemal temperatural on ta takistus wähem kui madalamal temperatural.

14. Jatkutakistus.

Kui kahe juhi otsad üksteisega ligistiku seisawad, nii et elekter ühe pealt teise peale üle piab woolama, siis on waja selle eest hoolt kanda, et mõlemate otsade ühendus täielik oleks, sest et muidu tuleb woolul jatkukohal suur takistus ära wõita. Wiimast nimetatakse jatkutakistuseks. Kõige õigem on jatkukohte kinni joota. Harilikult pigistatakse aga jatkatawate traatide otsast näpistikruwide abil üksteise külge kinni. Iseäranis süte juures on jatkutakistus hästi suur, kui ühendatawad otsad waewaliselt üksteist puudutawad. Juba pisukene rõhumine kahe süte külgepuudutamise koha peale wähen dab märksal wiisil nende jatkutakistust. Niisugune süte omadus on mikrosoni juures, millest järgnewas (III) peatükis kõneleme, ülitähtsa tarwituse leidnud.

15. Sisemine takistus järjestikku ühendamisel.

Warem leidime, et elekter ka elemendi sees woolab. Selle juures piab ta muidugi elemendi sees olewatest metallidest ja nende ümbrise watest wedelikkudest läbi woolama. Nagu nüüd



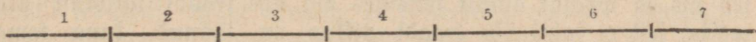
21.

Elementid
järjestikku
ühenduses.

samati tundma õppimise, on metallidel ja wedelik-
kudel oma teataw takistus. Seda takistust, mida elekter
elementid enesest, tema metallidest ja wedelikudest läbi
woolates piab ära wõitma, nimetatakse sisemiseks
takistuseks.

Kui meil mitu, näit. 8 Danielli elementi on, siis
wõime neid kõige esiteks nõnda ühendada, nagu seda
21. joon. elementide peale ülewest waadates kujutab.
Seal on ikka ühe elementi tšink kõrwalolewa elementi
wafega ühendatud. Niisugust ühendamisewiisi nimeta-
takse järjestikku ahelaks wõi batareiks, nagu
seda juba warem oleme tundma õppinud. Järjestikkuses
ühendamises piab wool kõigist elementidest läbi minema,
seega kõigi 8 elementi sisemise takistuse ära wõitma.
Muidugi teada, et niisugusel korral terwe batarei sise-
mine takistus ühe elementi omast elementide arwu wõrd-
selt, s.o. kaheksakordselt suurem on.

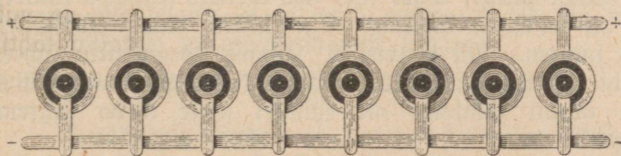
Sedasama võib igasuguste takistuste kohta ütelda,
kui nad järjestikku on ühendatud. Kui me näit. 7 ühe-
suguse takistusega traati üksteise otsa jatkaksime, nagu
22. joon. kujutab, siis saaksime ühe ainsama traadi,
mille üleüldine takistus üksiku traadi takistusest niipalju
korda suurem on, kuipalju korda tema pikkus üksiku
traadi pikkusest suurem on, sest et traadi takistus pik-
kusega kaswab, nagu seda warem juba tähele panime.



22. Järjestikku ühendatud elementide sisemise takistuse kawaline kujutus.

16. Sisemine takistus kõrwustikku ühendamisel.

Katsume nüüd järele, kuida sisemise takistuse peale niisu-
gune elementide ühendamine mõjub, nagu seda 23. joon. kujutab.



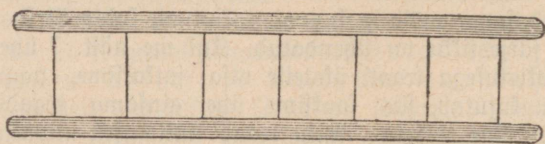
23. Elementid kõrwustikku ühenduses.

woolulatiga ühendatud, niisamati ka kõik tšinginabad üheainsama

Siin on
kõik wase-
nabad
üheain-
sama
woolula-
tiga,
plus-

minuslatiga. Garnane wooluallikate ühendamine kannab kõrvustikkude (parallel) ühendamise nime. Riisugusel korraldamisel sünnitavad kõik ühendatud 8 elementi nagu üheainsama suure elemendi, millel kõik väsetsilindrid nagu üheks väsetsilindriks, kõik tšingitsilindrid nagu üheksainsamaks tšingitsilindriks oleksid kokku ühendatud, ja mõlemaid silindrid püüaks muidugi ka kahetsakordne vedeliku kogu. Vedelikkude läbilõike, millest wool läbi piab tungima, on ühe elemendi vastu kahetsakordset kaswanud. Aga me teame juba, et teatava juhi läbilõike kaswanisega juhitahtistus niisamapalju kordasi kahaneb. Sellepärast võime tõendada, et kõrvustikku ühendatud kahetsa elemendi üleüldine süsemine tahistus ainult kahetsa nendi osa ühe elemendi süsemisest tahistusest on.

Sedasama võib ka teiste kõrvustikku ühendatud tahistuste kohta ütelda. Kui meil näit. 7 ühesuguse tahistusega traati on, mida kõrvustikku kahe woolulati wahela seadime, nagu seda 24.



24. Kõrvustikku ühendatud elementide süsemise tahistuse kawaline kujutus.

joon. kujutab, siis on nendest läbiminewal woolul seitse korda lahendamise ees, kui ühest ainsamast traadist läbimine-misel; seega tu-

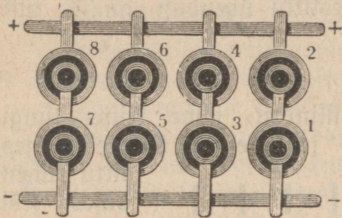
leb siis ka woolul ainult seitsmes osa ühe traadi tahistust ära võita, sest et juhul ühe traadi pikkus on jäänud, kuna tema läbilõike seitse korda suuremaks kaswas. Üleüldse tahistuste wäljaarwamise juhatusil silmas pidades (tahistus = eritahistus \times $\frac{\text{pikkus}}{\text{läbilõike}}$) leiame hõlpaste, et 7 ühesuguse traadi kõrvustikku ühendamisil üleüldine tahistus ainult seitsmendema osa ühe traadi tahistusest wälja teeb. Seet: eritahistus jääb muutmata, olgu traat kui pikk ehk jäme tahes; pikkus on sel juhtumisel ühe üksiku traadi pikkus, wool käib aga korraka seitsmest traadist läbi, seega on woolutee läbilõike ühe üksiku traadi läbilõikest seitse korda suurem. Nii leiame, et seitsme kõrvustikku ühendatud traadi tahistus ühe üksiku traadi tahistusega muidu ühesugune on, ainult läbilõike on esimesil seitse korda suurem. Sellest järgneb:

Ühesuguste traatide ehk ka elementide kõrvustikku ühendamisil on nende üleüldine tahistus niipalju korda ühe üksiku

traadi wõdi elemendi takistusest vähem, kui palju traatifi ehk elementifi kõrwustikku on ühendatud.

17. Segaiühendamine.

Paneme weel lühidalt segamine ühendamist tähele, nagu seda 25. joon. kujutab. Seal on kaks elementi jär-



25. Elementid segaiühenduses (kõrwustikku-järjestikku ühenduses).

jestikku ja neli niisugust rida kõrwustikku ühendatud. Ise niisuguse baterei takistus on ainult $\frac{2}{4} = \frac{1}{2}$ osa ühe ainsama elemendi takistusest, sest et baterei pikkus ühe elemendi omast kaheks kordne on (kaks elementi järjestikku), kuna läbilõike ühe elemendi wastu neli korda suurem on (neli kaheksaupa rida kõrwustikku).

18. Batareide takistuse väljaarvamise üleüldistus.

Üleüldse, kui baterei ühesugusest elementidest koos seisab, siis võib tema takistust ühe üksiku elemendi takistusega võrdlemise sedawiisi välja arvata, et järjestikku olewate elementide arwu kõrwustikku ühenduste arwu peale jagame, s.o. juhi pikkuse juhi läbilõike peale jagame. Saadud arw näitab, kui palju korda baterei takistus üksiku elemendi takistusest suurem ehk vähem on. Kui üksiku elemendi takistus tuttaw on, siis tuleb seda lihtsalt saadud arwu peale kaswatada. Lühidalt:

$$\text{Batarei takistus} = \text{üksiku elemendi takistus} \times \frac{\text{järjestikku arw}}{\text{kõrwustikku arw}}$$

Kui seda formulat (rehkendamise eeskuju) ligemalt tähele paneme, siis leiame, et ta muud midagi ei ole, kui wähe teisedatud takistuse väljarehkendamise juhatus:

$$\text{Takistus} = \text{eritakistus} \times \frac{\text{pikkus}}{\text{läbilõike}}$$

Eritakistuse asemele on baterei formulas üksiku elemendi takistus, pikkuse asemele järjestikku olewate elementide arw (muidugi ühes rias mõeldud) ja läbilõike asemele kõrwustikku ühenduste arw wõetud. Lähemalt seletagu seda järgmine peatükk.

19. Batareide takistuste wäljaarwamise näitus.

a) Ülesanne.

12 Danielli elementi tuleb kolmel wiisil batareiks ühendada: järjestikku, kõrwustikku ja segamine, s.o. osa järjestikku, osa kõrwustikku. Üksiku elemendi sisemine takistus on 0,6 oomi. Kui suur on batarei sisemine takistus, kui

- 1) kõik 12 elementi järjestikku on ühendatud?
- 2) kõik 12 elementi kõrwustikku on ühendatud?
- 3) 3-me elemendi kaupa järjestikku ühendusi on 4 tüüki kõrwustikku ühendatud?

b) Wäljaarwamine.

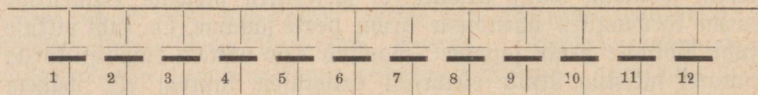
1) Kui peenike kriips wafet silindrit, jäme kriips tšingilindrit tähendab, siis kujutab 26. joon. esimist batareid järjestikku ühenduses. Kõikide batareide takistuse arwamise



26. 12-elementiline järjestikku batarei.

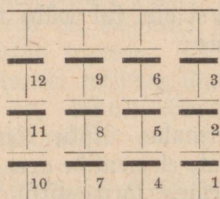
formulasse paneme tuttawad suurused ašemele. Siis saame: batarei takistus üksiku elemendi takistus \times $\frac{\text{järjestikku ühendused}}{\text{kõrwustikku ühendused}}$
 $= 0,6 \times \frac{12}{1} = 7,2$ oomi.

Kõrwustikku on siis üksainumast ühenduse, sellepärast seisabgi 12-ne jagajana 1.



27. 12-elementiline kõrwustikku batarei.

2) 12 elemendiga kõrwustikku batareid kujutab ülewaatlikult 27. joon. Selle batarei takistus $= 0,6 \times \frac{1}{12} = \frac{1}{20}$ oomi.



28. 12-elementiline segabatarei.

3) Ülesande kohast segabatareid kujutab 28. joon. Ka selle ahela sisemist takistust wõib üleüldise formula järel wälja arwata. Nimelt:

batarei takistus $= 0,6 \times \frac{3}{4} = \frac{9}{20}$ oomi.

20. Volt—elektromotorliku jõu üksus.

Peale woolutugewuse ja takistuse tuleb kõikide woolude juures veel kolmas suurus, e l e k t r o m o t o r l i k j õ u d, ette, mille kohta juba paar sõna kõnelesime.

Ohmi seaduse põhjal võime mitmesuguste wooluallikate elektromotorlikka jõudusi üksteisega võrrelda ja neid kindla üksusega ära tähendada. Warem tundma õpitud Ohmi seadus on järgmine:

$$\text{Woolutugewus} = \frac{\text{elektromotorlik jõud}}{\text{takistus}}$$

Selle ühtluse teise poole seest kautame takistuse seega ära, et mõlemaid poolesti takistusega kasvatame. Siis saame:

$$\text{Woolutugewus} \times \text{takistus} = \text{elektromotorlik jõud.}$$

Mõedame ja rehkendame nüüd mõne wooluallika, näit. Danielli elemendi woolutugewuse ja fogutakistuse (niihästi sise- kui wälimise wooluringi takistuse) ära, esimese suuruse amperides, teise oomides. Kui me siis saadud suurused wiimase ühtluse suuruste asemele paneme, siis on meil elektromotorlik jõud kindlates üksustes ära määratud, mis kuulsa Volta järele woltide nime kannab. Meil on siis:

$$\text{elektromotorlik jõud} = \text{woolutugewus} \times \text{takistus ehk: woltide arw} = \text{amperide arw} \times \text{oomide arw.}$$

Seda ühtlust võime veel järgmisteks ühtlusteks ümber muuta:

$$\text{amperide arw} = \frac{\text{woltide arw}}{\text{oomide arw}}; \quad \text{oomide arw} = \frac{\text{woltide arw}}{\text{amperide arw}}.$$

Kui me näit. leidisime, et Danielli elemendi 6-oomilise fogutakistuse juures 0,18 amperi suurune woolutugewus on, siis võime fergeste selle elemendi elektromotorliku jõu woltides välja rehkendada.

$$\text{Woltide arw} = \text{amperide arw} \times \text{oomide arw} = 0,18 \times 6 = 1,08 \text{ wolti.}$$

Seega on Danielli elemendi elektromotorlik jõud 1,08 wolti suur.

21. Galwanielementide elektromotorlik jõud ja sisetamine takistus.

Galwanielementide elektromotorlikku jõudu sedawiiši ära määrates tuleme otsusele, et selle suurus ainult elemendi metallide ja wedelikkude loomusest oleneb, aga mitte sugugi wiimaste suurusest. Elemendi elektromotorlik jõud jääb ikka muutumata, olgu näit. Danielli element kas sõrmkübara ehk toobri suurune. Sellejuures muutub ainult sisetamine takistus, mis woolutee läbilõike suuruse kaswamise kordsest kahaneb, nagu seda 23. ja 27. joon. kohta

käivatest seletustest võib näha. Seega tohime tõendada, et ühelaadilistel elementidel, olgu nad ise suured või väikesed, ikka ühesugune elektromotorlik jõud (voltide arv) on.

Esimises peatükis kirjeldatud galvanielementide elektromotorlik jõud on järgmine:

Danielli elemendil .	1,08—1,12	wolti
Wase- " .	1,08—1,12	"
Leclanché " .	1,49	"
Süü- " .	1,49	"
Kuiwal " .	1,5	"

Galvanielementide sisemine takistus oleneb peaaegjalikult nende suurusest, siis sawitfilindri ehitusest ja teistest põhjustest. Sellepärast võib ainult umbesarwudega tarwitusel olevate elementide sisemist takistust ära tähendada. See on harilikku suurusega Danielli elemendil umbes 0,6 oomi, waseelemendil 7,5 oomi, Leclanché elemendil umbes 0,3 oomi, süüelemendil umbes 5 oomi ja kuiwal elemendil 0,1—0,3 oomi.

22. Batareide elektromotorlik jõud.

a) Järjestikku ühendamisel.

Ülemalpool oleme tundma õppinud, kuida iga batarei takistust tuleb wälja arwata. Amperemetri abil võime samati iga batarei woolutugewuse kohe teada saada. Takistuse ja woolutugewuse suurusi tundes on kerge ka batarei elektromotorlikku jõudu Ohmi seaduse põhjal wälja arwata.

Waatame nüüd, kui suur on sarnase järjestikku batarei elektromotorlik jõud, nagu seda 26. joon. kujutab. Selle batarei takistuse leidmise juba warem 7,2 oomi olewat. Kui batarei nabasi amperemetri kaudu ühendame, siis näitab wiimane 1,8 amperi. Nõnda on siis batarei

el.mot.jõud = woolutugewus \times takistus = $1,8 \times 7,2 = 12,96$ wolti.
 Ühe elemendi elektromotorlikku jõudu, mis 1,08 wolti on, järjestikku olevate elementide arwuga, s.o. 12-ga, kaswatades, saame $1,08 \times 12 = 12,96$ wolti, s.o. sellesama arwu, mis batarei woolutugewuse ja takistuse abil leidmise. Nõnda on siis 26. joonistusel kujutatud batarei elektromotorlik jõud = 12,96 wolti, batarei woolutugewus = 1,8 amperi ja batarei takistus = 7,2 oomi.

b) Rõrwustikku ühendamisel.

Woolu ainult läbi amperemetri lastes on 27. joonistusel kujutatud rõrwustikku batarei woolutugewus 21,6 amperi suur,

kuna sellesama batarei waremleitud tafistus $\frac{1}{20}$ oomi on. Nõnda võime siis batarei elektromotorliku jõu leida. See on woolutugewus \times tafistus = $21,6 \times \frac{1}{20} = 1,08$ wolti. Ja niisama suur on ka batarei üksiku elemendi elektromotorlik jõud, kuna batarei woolutugewus üksiku elemendi woolutugewuse wastu kõrwestikku ühendatud elementide arwu võrdselt on kaswanud (1,8 amp. \times 12 = 21,6 amperi).

c) Sega- (kõrwestikku - järjestikku) batarei ühendamisel.

Laseme nüüd 28. joon. peal kujutatud batarei woolu läbi amperemetri joosta. Wiimane näitab siis 7,2 amperi. Batarei tafistus on $\frac{9}{20}$ oomi, nagu seda 28. joon. seletustest leiame. Endisel wiisil woolutugewust tafistusega kaswatades saame batarei elektromotorliku jõu, mis ($7,2 \times \frac{9}{20} =$) 3,24 wolti on. Kõnes olewal batareil on kolm elementi järjestikku ja neli kolmelemendilist rida kõrwestikku ühendatud. Kui me ühe elemendi elektromotorlikku jõudu, s.o. 1,08 wolti, järjestikku rias olewate elementide arwuga, s.o. kolmega kaswatame, siis saame $1,08 \times 3 = 3,24$ wolti, s.o. batarei elektromotorliku jõu suuruse, kuna batarei woolutugewuse sedawiisi saame, et üksiku elemendi amperide arwu, s.o. 1,8 amperi, kõrwestikku ühendatud arwuga, s.o. neljaga kaswatamine, mis sedawiisi $1,8 \times 4 = 7,2$ amperi suur on.

25. Lühike ühendus.

Niisugust batareide ühendamise wiisi, nagu see a, b ja c all ette tuli, nimetatakse lühikeseks ühenduseks, sest et woolul wälimises ühendusringis ühtegi tafistust ära ei ole võita. Batareid ja üleüldse kõik teisedgi wooluallikad on nimelt wälimise tafistuse ärawõitmiseks ehitatud. Wälimise tafistuse kahane misega kaswab batarei woolutugewus, ja lühikesel ühendusel, mil wälimine tafistus õige wäike ehk peaaegu null on, tõuseb woolutugewus kõige kõrgemale tipule, nagu seda lähemas tükis tundma õpime. Niisugune woolutugewus võib ettenägemata juhtumistel suurt kahju teha, nagu traatide ära sulatada, aparatide ära rikkuda jne. Sellepärast tuleb lühikeste ühenduste eest hoida.

24. Kokkuvõtte elektromotorliku jõu ja woolutugewuse wäljaarwamise kohta.

Kui batarei ühelaadilistest elementidest koos seisab, siis võime järgnevat juhatuset järele, eelminewaid seletusi filmas pidades, iga batarei elektromotorliku jõu ja lühikese ühenduse woolutugewuse kohe wälja arwata. Sellejuures piame ainult üksiku elemendi elektromotorlikku jõudu ja lühikese ühenduse woolutugewust tundma.

Batarei el.-mot. jõud = üksiku elemendi el.-mot. jõud \times järjestikku arw. Batarei woolutugewus = üksiku elemendi woolutugewus \times förwustikku arw.

Nii leiame batarei elektromotorliku jõu wäljaarwamised eelwimise pealkirja

a) all:

$$1,08 \text{ wolti} \times 12 = 12,96 \text{ wolti};$$

c) all:

$$1,08 \text{ wolti} \times 3 = 3,24 \text{ wolti.}$$

b) all:

$$1,08 \text{ wolti} \times 1 = 1,08 \text{ wolti};$$

Sealsamas leiame batareide lühikese ühenduse woolutugewuse

a) all:

$$1,8 \text{ amp.} \times 1 = 1,8 \text{ amp.};$$

c) all:

$$1,8 \text{ amp.} \times 4 = 7,2 \text{ amp.}$$

b) all:

$$1,8 \text{ amp.} \times 12 = 21,6 \text{ amp.};$$

Waatame nüüd, kuda wälimine takistus woolutugewuse peale mõjub.

a) Järjestikku ühendamisel.

Meil on 10 järjestikku ühendatud Danielli elementi. Nende elektromotorlik jõud on $1,08 \times 10 = 10,8$ wolti, nende sisemine takistus = $0,6 \times \frac{10}{1} = 6$ oomi.

Kui suur on niisuguse batarei woolutugewus, kui wälimisesse ühendusringi on pandud 1) 5 oomi, 2) 2 oomi, 3) 1 oom ja 4) 0 oomi takistust?

Rogutakistus teeks siis wälja:

$$1) 6+5=11; \quad 2) 6+2=8; \quad 3) 6+1=7; \quad 4) 6 \text{ oomi.}$$

$$\text{Woolutugewus} = \frac{\text{elektromotorlik jõud}}{\text{rogutakistus}}$$

Sellejärele oleksid otsitawad woolutugewused:

$$1) \frac{10,8}{11} = 0,98; \quad 2) \frac{10,8}{8} = 1,35; \quad 3) \frac{10,8}{7} = 1,54; \quad 4) \frac{10,8}{6} = 1,8 \text{ amp.}$$

b) Rõrwustifku ühendamisel.

10 Danielli elementi elektromotorlik jõud on kõrwustifku ühendamisel $1,08 \times 1 = 1,08$ wolti, nende fifemine tafistus $0,6 \times \frac{1}{10} = 0,06$ oomi.

Rogutafistused oleffid fiis:

- 1) $0,06 + 5 = 5,06$; 2) $0,06 + 2 = 2,06$; 3) $0,06 + 1 = 1,06$;
4) $0,06$ oomi.

Otsitawad woolutugewused:

- 1) $\frac{1,08}{5,06} = 0,21$; 2) $\frac{1,08}{2,06} = 0,52$; 3) $\frac{1,08}{1,06} = 1,02$; 4) $\frac{1,08}{0,06} = 18$ amperi.

c) Segäühendamisel.

10 Danielli elementi on kahe kaupa järjestifku ja 5 niifugust järjestifku rida kõrwustifku ühendatud. Kui suuri woolutugewusi annab niifugune batarei, kui wälimisteks tafistusteks needfamad 5, 2, 1 ja 0 oomi fordamööda on wöetud?

Siis on:

el.-mot. jõud $= 1,08 \times 2 = 2,16$ wolti;

batarei fifemine tafistus $= 0,6 \times \frac{2}{5} = 0,24$ oomi;

fogutafistus: 1) 5,24; 2) 2,24; 3) 1,24 ja 4) 0,24 oomi.

Otsitawad woolutugewused:

- 1) $\frac{2,16}{5,24} = 0,41$; 2) $\frac{2,16}{2,24} = 0,96$; 3) $\frac{2,16}{1,24} = 1,74$; 4) $\frac{2,16}{0,24} = 9$ amperi.

Kui me kolme praegu läbiwöetud batareide woolutugewusi wördleme, siis leiame, et samade wälimiste tafistuste juures järjestifku batarei kõige suurema, kõrwustifku batarei kõige wähe ma tugewusega woolu wälja saadab, kuna lühikese ühenduse woolutugewus kõrwustifku batareil kõige suurem on (18 amperi selles näituses). Üleüldse tuleb aga tähendada, et kõik kolm batareid suuremal wälimisel tafistusel wähe ma tugewusega woolu annawad. Ja Ohmi seaduse põhjal wöib seda lihtsalt ära seletada. Harilikult on kõige kasulikum batareid nõnda kokku seadida, et fifemine tafistus wälimise tafistusega wöimalikult ühesuurune on.

25. Thermoelementide el.-mot. jõud.

Galwanielementide juures nägime juba, kuida nende elektromotorlik jõud ainult metallide loomusest olenes, aga mitte sugugi nende suurusest. Niisamasugune lugu on ka thermoelementidega. Peale metallide loomuse tuleb aga nende juu-

res veel liitekohtade temperatura wahkorda tähele panna. Wiimase suurusega kaswab ka thermoelemendi elektromotorlik jõud. Ainult õige kõrgel temperatural ei kaswa ta mitte.

Rahjaks on aga thermoelementide elektromotorlik jõud kõigest mõne tuhandiku woldi, s.o. milliwoldi suur. Allpool wõime näha, kui suure el.-mot. jõu mõnede metallide paarid thermo-elementides sünnitawad, kui liitekohtadest üks 0°, teine 100° suur on.

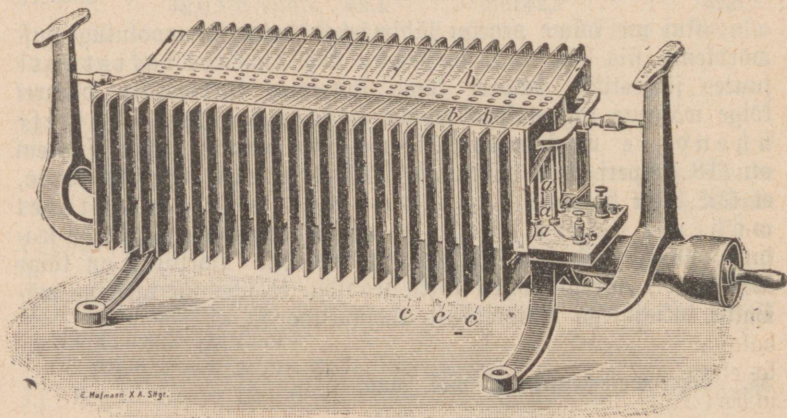
El.-mot. jõud milliwoltides, temperatura 0° ja 100°.

Wismut-antimon	10,1	Nikkel-raud	3,2
Konstantan-raud	5,3	Uushõbe-raud	2,7
Patentnikkel-raud	4,5	Nikkel-waif	2,2
Konstantan-waif	4,0	Platin-raud	1,7
Konstantan-hõbe	3,7	Platinrhodium-platin	0,8

Kui thermoelemendi temperatura wahke mitte 100° ei ole, waid 50° ehk 10° on, siis on ka elektromotorliku jõu suurus ainult pool ehk kümnes osa sellest, mis tabelis leiame.

26. Thermoelementide tarwitamine.

Teatawaste käiwad kõige suuremad aurumasinad sütte sees peituwa soojuse abil. Sellejuures saab aga kõigest kümnes osa soojuse jõust kasulikult tarwitatud, kuna üheksa kummendikku teel



29. Gülscheri thermosammas.

Temas leidub 66 järjestikku ühendatud nikkel-antimoni thermoelementi. Soojendatakse gaasiga, mida tunni jooksul 170 liitrit ära kulub. Selle samba elektromotorlik jõud on 4 wolti, sifemine takistus 0,65 oomi suur. Ühikufel ühendamisel annab ta siis $\frac{4}{0,65} = 6,15$ amperi tugewuüega woolu.

kaduma läheb. Elektrisünnitajat masinat, dünamomasinat, ajab aurumasiin ümber. Sellest võime järeldada, et me ainult küm-nendiku elektrit sellewastu saame, kui võimalik oleks soojust otsekohse, ilma wahemehe, aurumasinata elektriks ümber muuta.

Thermoelementid muudawad soojust otsekohse elektriks ümber. Rahjuks ei ole aga weel õnneks läinud niisugusid elemen-tiisi luua, mis suurel mōedul elektrit sünnitaksiwad. Gölcheri thermosammas (29. joon.), mida paremaks peetakse, annab näit. kõigest 4-wōidilist ja umbes 6-amperilist woolu. Seega ei ole thermoelementidel praegu weel õhtigi praktilist tähtsust, ja suu-rel mōedul soojuse otsekohene elektriks ümbermuutmine jääb ikkagi peamurdwaks ülesandeks, mille äraotsustamisel aga põhjatu suur praktiline tähtsus oleks.

Nüüd tarwitatakse thermoelementiisi kasuga suurte pala-wuste ehk külmuste äramõetmiseks, nagu seda sulatusahjudes ja külmendamisemasinade juures, näit. wedela õhu tarwitamise juures ette tuleb. Le Chatelier (lõ schatelsee) thermoelementi abil wõib näit. palawusi kuni 1600° ja külmusi kuni 190° ära mõeta.

27. Põnewus.

Kui me mõnda keha wõi asja liikumas näeme, siis leiame ikka, et liikuma keha wõi asja eel ja taga pool mitmesuguse mōeduga tõmbamine, tõukamine ehk rõhumine mõjub. Kui wanter hobuse wedamisel liigub, siis on wankri ees tõmbamise jõud töö-tamas, kuna taga sarnane tõmbamine (tagasi poole) puudub. Piaks aga taha poole niisama tugew hobune tõmbama nagu ettegi poole, siis ei liiguks wanter paigastgi. On aga jõud, mis tagasi kisub, nõrgem kui edasitõmbaja jõud, siis liigub wanter ikka edasi, ja liigub sellepärast edasi, et w a s t u p i d i t õ m b a w a t e j õ u d u d e w a h e, lihtsalt, t õ m b a m i s e w a h e on ole-mas. Samati sünnitab liikumist ka t õ u k a m i s e - ehk rõ h u m i s e - w a h e. Kui wesi woolab, siis on ikka taga suurem rõhumine kui ees pool, ja selle rõhumisewahet pärast woolabgi wesi. Kui kahes paigas isesugune barometrirõhumine (õhurõhumine) walitseb, siis tekib tuul, ja õht woolab kõrgema rõhu poolt ma-dalama rõhu poole. Niisamasugune tõmbe- ehk rõhuwahet piab ka elektriwoolu teel kahes paigas walitsema, nimelt seal, kust w o o l t u l e b, ja seal, k u h u t a läheb. Meie ei tea aga mitte kindlaste, kas siin r õ h u m i s e w a h e walitseb, nagu seda tuule ja wee juures märkame, wõi jälle t õ m b a m i s e w a h e, nagu seda liikuma wankri juures tähele paneme, sellepärast tähendame

fed a wahet ifesugufe erapooletu sõnaga ära, kui ütleme, et elektri woolama panemise põhjuseks woolu põnewusewaha ehk lihtsalt põnewus on.

Warem leidime juba, et Danielli elemendis elekter wälimist wooluringi mööda wasenaba juurest tšinginaba juurde woolab. Seega piab mõlemate nabade wahel teataw põnewusewaha walitsema, nimelt wasenaba juures suurem, tšinginaba juures vähem põnewus. Selle põnewusewaha pärast tungibgi elekter wälimise ühendusringi kaudu ühe naba juurest teise juurde. Ohmi seaduse põhjal on siis nabade põnewusewaha = woolutugewus \times wälimise wooluringi takistus.

Elemendi nabade põnewusewaha ei ole mitte elemendi elektromotorliku jõu suurune ja sarnane. Elektromotorlik jõud tungitab elektri niihästi sisemisest kui ka wälimisest takistusest läbi, kuna nabadewahelisel põnewusewahel elekter ainult wälimise wooluringi takistuse ära piab wõitma. Seega on nabade põnewusewaha ainult osa elemendi elektromotorlikust jõust ja ta on wiimasest niipalju woltisi vähem, kuipalju ringiwoolawa woolutugewus sisemise takistusega kaswatades välja teeb.

28. Põnewusewaha kahane mine.

Ülesanne.

Kui suur on batareinabade põnewusewaha, kui batarei elektromotorlik jõud = 1,08 wolti, sisemine takistus = 6 oomi ja wälimine takistus = 2 oomi on?

Wäljaarwamine.

Batarei woolutugewus = $\frac{\text{elektromotorlik jõud}}{\text{kogutakistus}} = \frac{1,08}{(6+2)} = 1,35$ amp.

Nabade põnewusewaha = el.-mot. jõud — woolutugewus \times sisemine takistus = $10,8 - 1,35 \times 6 = 2,7$ wolti.

Ka on

nabade põnewusewaha = woolutugewus \times wälimine takistus = $1,35 \times 2 = 2,7$ wolti.

Nii leidime kahel wiisil arwates batareinabade põnewusewaha ifka 2,7 wolti olewat. Kui batareinabade wahele on wälimise wooluringina ühesugufe läbilõikega ja 2 oomi takistusega traat finnitatud, siis on traadi ühes otsas, nimelt wasenaba juures, 2,7 wolti rohkem põnewust kui teises otsas, nimelt tšinginaba juures, ja see põnewusewaha kahaneb traati mööda tšingi-

naba juurde minnes ühtelugu, sest põnewusewähe oleneb woolutugewuse kaswatamisest takistusega. Woolutugewus (siin 1,35 amperi) jääb kõige aja muutumata, kuna juhitaakistus pikkuise kahanemisega kahaneb, s.o., mida lühem osa traadist tšinginabani jääb, seda vähem on selle osa takistus, ja ühtlasi võib ka ütelda, et seda vähem on selle traadi osa otsade põnewusewähe, sest wiimane oleneb ju ainult woolutugewuse ja takistuse suuruselt. Sellel põhjal võime edasi tõendada, et üleüldise woolutee kahe punkti wahel teataw põnewusewähe walitseb ja selle suurus on ikka:

$$\text{põnewusewähe} = \text{woolutugewus} \times \text{takistus.}$$

On wool ühe punkti juurest teise juurde jõudnud, siis on ta sel teel nii palju põnewust kaudanud, kui suur põnewusewähe mõlemate punktide wahel walitseb. Woolutee kahe punkti waheline põnewuse kahanemine on siis nende punktide põnewusewähe suurune. Sellepärast võime ütelda:

$$\text{põnewusekahanemine} = \text{woolutugewus} \times \text{takistus.}$$

29. Wooluharunemine.

Senini oleme woolusi tähele pannud, mis ühesainsamas lihtsas juhis woolawad. Elektri uuimisel ja tarwitamisel tuleb aga sagedaste juhtumisi ette, kus wool harunenud juhtisi mööda käib, nagu seda kõige lihtsamal viisil 30. joon kujutab. Elektriwool tuleb seal noolega äratähendatud sihil elemendist Q wälja, woolab harilikku juhti mööda punktini a, sealt kahte arujuhti b ja d mööda punktini c, kus harujuhid uueste ühinewad, nii et wool harilikku lihtsat juhti mööda elemendi Q juurde võib tagasi tulla, kust ta kirjeldatud ringkäiku uueste algab.



30 Woolujuhtide harunemine.

Niisugust woolukäiku nimetatakse wooluharunemiseks.

Harunemata woolutugewus on terwes wooluringis ühesugune, kuna harunenud woolutugewus igas wooluharus isesugune on.

Harus c Q a on woolutugewus teine kui harus a b c, ja sellele oma jälle teine kui harus a d c, nagu seda tõendada võime, kui amperemetri abil igas harus woolutugewust mõedame.

Harud abc ja adc on kõrwestikku ühendatud, nagu farnast ühendamisewiisi warem nimetasime. Elekter woolab ühel ajal mõlemates harudes, ja kummagi haru woolutugewus oleneb muidugi nende takistustest. On näit. adc takistus kümme forda suurem kui abc takistus, siis on woolutugewus adc harus ainult $\frac{1}{10}$ sellest woolutugewusest, mis abc harus woolab, sest et punktide a ja c wahel, seega traatide b ja d otsafel teataw põnewusewaha walitseb, mis aga mõlemate traatide otsafel ühesugune on. Warem oleme tundma õppinud, et

põnewusewaha = woolutugewus \times takistus,
mis põhjal

b traadi põnewusewaha = b woolutugewus \times b takistus

d " " " " = d " " \times d "

Et aga b ja d traadi otsfede põnewusewaha ühesuurune on, siis on ka

b woolutugewus \times b takistus = d woolutugewus \times d takistus.

Mõlemaid ühtlusepoolesti b takistuse peale jagades leiame:

b woolutugewus = d woolutugewus \times $\frac{d \text{ takistus}}{b \text{ takistus}}$

Oli b traadi takistus 1 oom, d traadi takistus 10 oomi, siis on

b woolutugewus = d woolutugewus \times $\frac{10}{1}$, ehk

b " " = 10 d woolutugewust, kust

d " " = $\frac{1}{10}$ b " "

Seega on d woolutugewus tõepoolest ainult $\frac{1}{10}$ b woolutugewusest, ehk b woolutugewus on 10 forda suurem d woolutugewusest. Nõnda selgub:

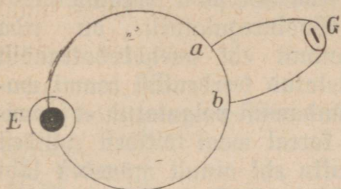
Haruwoolude tugewused seisawad üksteisega wahetorras, nagu harujuhtide ümberpööratud takistused.

Meie näituses on b haru woolutugewus sõrdlemisi d haru woolutugewuse wastu, nagu 10 sõrdlemisi 1 wastu ehk nagu 1 sõrdlemisi $\frac{1}{10}$ wastu.

30. Woltmeeter.

Ülemalkirjeldatud wooluharunemise põhjal võib hõlpsaste wooluringi kahe soowitawa koha põnewusewahet mõeta. Sellenarwis ei ole muud waja, kui soowitawate kohtade külge harujuhi otsfad kinnitada ja harujuhi woolutugewust ampermeetriga

mõeta. Zoon. nr 31 tähendab E galwanielementi, mis elektri Eab sihil woolama paneb. Punnktide a ja b wahel walitseb



31. Woolujuhi kahe punkti põnewufewahhe mõetmine ampermeetriga.

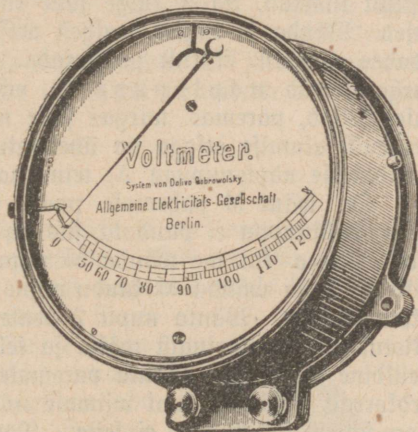
põnewufewahhe = woolutugewus \times harutafistus = woolutugewus \times 100.

Woolutugewust (amperides) saja peale kaswatades saame arwu, mis punnktide a ja b põnewufewahhet woltides tähendab.

Sarilikult on põnewufewahhe mõetjatel ampermeetritel wäljarehkendatud woltide arwud ära tähendatud, nii et näitaja all otsekohe soowitawa põnewufewahhe arwu woltides leiame.

Niiugusid ampermeetri niimetatakse woltmeetri teks. Zoon. 32 kujutab woltmeetri wälimust. Tema sisemine ehitus on ennemkirjeldud ampermeetri ehituse sarnane; ainult traadipooli takistus on hästi suur, muidugi sel otstarbel, et woltmeeter wõimalikult wähe woolu ära tarwitaks.

Elektriwoolude praktilisel käsitamisel pruugime terwe ria teisiigi seadlusi ja aparatisi, mida nüüd kohe lähemalt kirjeldame.

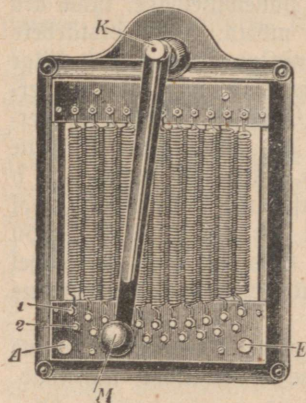


32. Woltmeeter — woolupõnewufe mõetja.

31. Wooluregulator.

Sagedaste on waja wooluringil ainult määratud tugewufega woolu olude kohaselt läbi saata. Seda korraldatakse kõige hõlpsamine nõndawiisi, et wooluteele takistusi ette panna, mida soowi järele wõib wähenadata ehk suurendada. Niiugust

seadlusi nimetatakse woolutugewuse reguleerimise takistuseks ehk lihtsalt wooluregulatoriks. Tugewamate woolude jaoks tarwitatakse enamiste niisuguse wälimusega wooluregulatori, nagu seda 33. joon. kujutab.



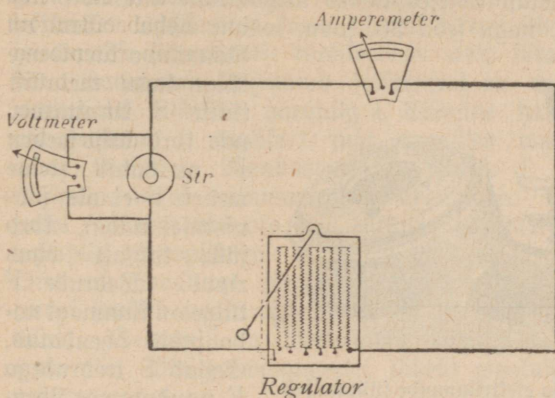
33. Wooluregulator.

üksikult liidetud, ria 2 külge jälle rullide ülemiste otsade ühendused. Wända M tugew, walgest wasest wedru wõib mõlemates ridades nuppsi üksikult puudutada. Raami pahemas alumises nurgas leidub näpisi nupp A, mis wända wõlliga K ühenduses seisab, paremas nurgas jälle näpisi nupp E, mis wiimase feedrulli alumise otsaga on ühendatud. Wooluallikka üks naba ühendatakse näpisi nupuga A, teine naba näpisi nupuga E.

On wänt M pahemale poole kõrwale liikunud, nii et ta ühtgi rullinuppu ei puuduta, siis on woolutee täieste katkendatud. Riipea kui me wända M nupu 1 peale liikame, woolab elekter AK ja wända M kaudu nupu 1 sisse ja sealt läbi kõikide takistusrullide. Wänta nupu 2 peale liikates jääb juba esimene takistuserull wooluringist wälja ja sellewõrdsest wäheneb siis ka üleüldine takistus. Wänta pahemale poole liikates wähendame lordkorralt takistusi, kuni wiimase nupuni jõudes, kus wooluteel enam ühtegi takistust eel ei seisa. Rõnda wõime wänta kääntes wooluteele soowitawa suurusega takistust ette panna. Nagu juba teame, suureneb woolutugewus takistuse wähenemisega, kuna, ümberpöördukt, ta wäheneb, kui takistus suureneb. Seega on woolutugewus kõige pisem, kui wänt wiimase pahempoolse nupu peal seisab, sest et siis kõige rohkem takistust wooluteel ees seisab, kuna woolutugewus lordkorralt suureneb, kui wänta pahemale poole edasi liikame. Seisab wänt wiimase pahempoolse

nupu peal, siis on ka woolutugewus wõimaliku kõrguseni jõudnud.

Joon. nr 34 kujutab ülewaatlifult wooluringi, millesse wooluregulator, ampermeeter (amperemeter) ja woltmeeter



34. Wooluring woltmeetriga, ampermeetriga ja wooluregulatoriga. Wooluallik *Str* paneb elektri sellel wooluringil jooksuma.

on korraldatud. Seal näeme, et ampermeetrift ja regulatorift (ehk selle ofast) koguwool läbi läheb, aga woltmeetrift ainult pisifene ofawool.

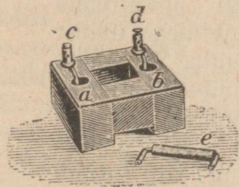
Seisku regulatori wänt mis suguse nupu peal tahes, me wõime igal ajal terwe

wälimise wooluringi takistuse teada saada, kui järele waatame, kuipalju amperift ampermeeter ja woltift woltmeeter näitab. Seft

$$\text{oomide arw} = \frac{\text{woltide arw}}{\text{amperide arw}}$$

32. Woolukatkendajad.

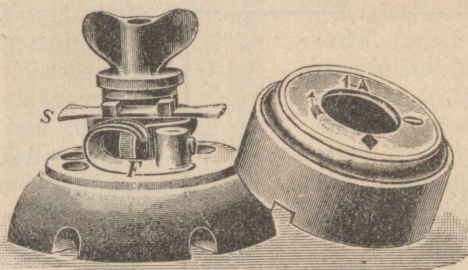
Woolu filmapilkseks lõpetamiseks ei ole muud waja, kui wooluringis mõnda kohta katkendada. Kui me näit. 34. joon. wooluregulatori wända nõndawiisi pahemale poole kõrwale liigkame, nagu see seal on kujutatud, siis ei wõi wool enam woolata. Teiste juhtumiste jaoks on muidugi lihtsaid seadlusi tarwitusel. 14. joonistusel õppisime juba üht woolukatkendajat tundma. Seesama on selgemalt 35. joon. kujutatud. Püu-lauafese sisse on faks auku *a* ja *b* tehtud ja need elawhõbedaga täidetud. Elawhõbedaga sisse ulatawad näpiskruwide *c* ja *d* alt tulewad traadijupid. Näpiskruwi *c* külge kinnitatakse ühe naba juurest tulew juht, *d* külge teise naba juurest tulew juht. Niipea kui me



35. Lihtne woolukatkendaja

wasest looga e otseti aukude a, b sisse pistame, hakkab wool ringi käima, kuna looka e aukudest väljawõttes woolamine kohe lõpeb.

Elektriwalgustuse sisseseadlustes tarwitatakse enamiste niisugust katkendajat, nagu seda 36. joon. wõime näha. Seal on

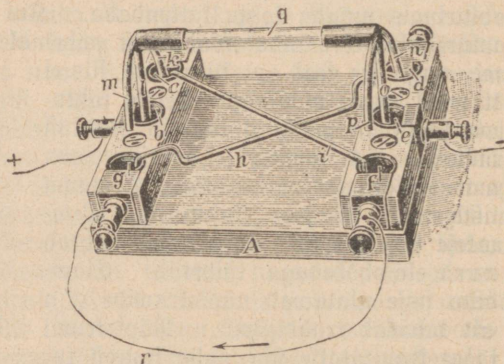


36. Woolukatkendaja elektrilampide süütamiseks ja kustutamiseks.

Woolata ja lambid põleda, käänama aga käepidemest edasi, siis kustuvad lambid jalamaid. Tahame neid uueste põlema panna, siis pruugime ainult käepidemest woolukatkendaja kaane peal ära tähendatud noole sihil edasi pöörata. Woolukatkendaja kaan on joonistuse paremal pool küljel kujutatud. Ta on millestgi woolueraldajast materjalist valmistatud ja katub täieste woolujuhtiwaid osasi ümber ringi finni.

35. Woolusihhi ümberpööraja.

Möniford on soowitaw woolusihhi üheainsama liigutusega ümber muuta. Woolusihhi ümbermuutmise abinõu kannab kommutatori nime. Üht sarnast kommutatori kujutab 37. joon. Puust aluses A näeme seal kuus metallist topfifist, milledest ühel pool c, b, g, teisil



37. Woolusihhi ümberpööraja.

käänatava käepideme külge lame metallist tükkile S kinnitatud, mis kord kaht wedru F puudutab (teine wedru F ei ole joonistusel näha), kord jälle tühjalt õhus ripub. Wedrude F külge on kummagi naha juhid ühendatud. Seisab S wedrudega F puudutawas ühenduses, siis wõib wool

pool f, e, d seisawad. Neid täidab elawhõbe. Nurgeti was-
tamisi seiswaid topsifesi g ja d ühendab traat h, topsifesi c ja
f jälle traat i. Klaaspulga q kummasgi otsas leidub kolme-
haruline metallist jalg. Keskmine harud l ja o seisawad alati
keskmistes topsifestes, kuna äärmisi harusi ühel ehf teisel pool
seiswatesse äärmistesse topsifestesse wõib liikata.

Joonistusel kujutatud seisuforral on woolutee järgmine:
plusnāpis, keskmine harujalg l, äärmine harujalg k, topsife c,
ühendustraata i, topsife f, juht r, milles woolufihti muuta ta-
hame, topsife g, ühendustraata h, topsife d, harujalad n ja o.
Wiimane seisab miinusnāpisega ühenduses. Tahame woolufihti
juhisi r ümber pöörata, siis lükkame hargi teisele poole, nii et
harujalg m topsifestesse g, harujalg p topsifestesse f seisma tuleb.
Siis on woolutee järgmine: plu:nāpis, b, l, m, g, juht r
(wool jookseb nooli wastuminewal sibil), f, p, o, e ja miinus-
nāpis. Sedawiisi on üheainsama liigutusega wõimalik juhisi r
(mis näit. läbi galwanomeetri läheb) woolufihti kiireste ümber
muuta.

34. Elektronid.

Me tunneme nüüd elektriwoolu peaseadust, Ohmi seadust,
mis iga woolu kohta, tulgu ta kust tahes, matsew on. Ühtlasi
oleme ka kolme peaainet: woolu tugewust, põnewust ja tahtistust
tundma õppinud. Nüüd piakime siis katsuma ka selle peale
wastata, mis elektriwool õiete on? Selle üle on rohkem kui
sada aastat pead murtud, ja ikkagi ei ole weel lõpulikku kindlat
ja õiget wastust leitud. Õige mitmesugused arwamised tõusiwad
elektriwoolu kohta, aga nad pidiwad jällegi taganema, kui mõned
uued elektriwoolu nähtused ja omadused üles leiti, mis kõit seni-
sed arwamised ümber lükkasiwad. Kui elektri woolamist tahe-
takse metallitraatides ära seletada, siis wõiks elektrit wedelikuna
waadelda, mis samati metallisi möõda, nagu näit. wesi torusid
pidi woolab. Aga mitmekülgsed teisi elektriwoolu omadusi sil-
mas pidades tuleb seda lihtsat waadet muuta. Paljude puudu-
liste äraseletamise katsete järele on wiimasel ajal niisugune ar-
wamine üleüldist wastuwõtmist leidnud, et elekter isesugune al-
ga i ne olewat, mis nõndasamati algupäralise ja iseseiswa loomuga
olla, nagu näit. wesiinik, hapnik ehf mõni teine keemialik aine.
Seda ainet piab aga samati kõige pisemateks osadeks, atomideks,
jagatama, nagu seda keemias iga teiseigi ainega ammust saadid
on tehtud. Elektriatomisi nimetatakse elektronideks. Ühed
nendest on positiwlised, teised negatiwlised elektronid. Arwa-

takse, et positiivlised elektronid iga feha hariliste atomidega ühenduses seisavad, kuna negatiivlised elektronid teatawatel oludel wabas olekus ette tulewad ja ka wabalt liikuda wõiwad. Negatiivlised elektronid on hulga pisemad, umbes 2000 korda, kui mõne teise aine kõige pisemad atomid. Näidse aja arwamise järele tekib elektriwool metallist traadis selleläbi, et negatiivlised elektronid metallis liikumas ou. Sellejuures ei tarwitse arwata, nagu hoowaks elektron sedasamawiisi terwest wooluringi traadist läbi, nagu wesi torudest läbi woolab. Palju kindlamine wõib arwata, et elektronid metalli atomide wahel kõikipidi edasitagasi heljuwad ja elektromotorliku jõu mõjul ainult wähehaawal oma liikumisekiirust woolusihil suurendawad.

Elektronide liikumine sünnib jämedal näitusel umbes tööliste liikumise kujul, kui nad telliskiwa üksteise käest edasi wises soowitawa koha peale üles toimetawad.

Nõnda liigub iga elektron ainult õige wähekesi elektriwooluga edasi, wahest kõigest $\frac{1}{1000}$ mm, aga siiski kantakse selleläbi elektromotorliku jõu mõju metalli ühest kihist teise edasi, ja elektronid näitawad hoowamise sarnaselt liikumat. Mitmesuguste metallide takistust wõib siis sellega lihtsalt ära seletada, et ühede metallide atomid elektronide liikumist wähem, teised rohkem takistawad.

Niisugune elektriwoolu ettekujutamine nõuab weel teisi täiendawaid seletusi, mida alles siis wõib anda, kui me elektriwoolu nähtusi kordamööda läbi harutanud ja nende nähtuste ja omaduste peale põhjendatud elektriwoolu praktilist tarwitamist mitmetpidi walgustanud oleme.

Elektriwoolu magnetlised tegewused ja nende tarwituselewõtmine.

1. Elektromagnetismus.

Elektriwool näitaks muidu nagu harilikku weewoolu sarnane olewat, aga kui me mõlemaid woolusi ligemalt tähele paa-neme, siis paistab sellepoolest suur wälja, et ainult elektriwoolu lähedusel magnetlised tegewused ilmsile tulewad. Sellepärast hakkasiwadgi uurijad kahklema, kas elektriwoolu diete wõibgi liikuwate osakeste woolamiseks pidada.

Elektriwoolu magnetlist kaugelemõjumist ja tegewust uuri-bes tuldi wiimaks ühisele otsusele, et elektriwool ja magnetismus iiksteisega lähedas ühenduses seisawad ja alati käsikäes käiwad.

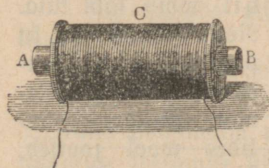
Elektriwoolu läbi tekitatud magnetismust ja magnetlisi tege-wusi nimetatakse *e l e k t r o m a g n e t i s m u s e k s*. Wiimase uuri-misele pani Derstedt põhja, kui ta elektriwoolu mõjul magneti-nõela kõrwalepööramise uiles leidis. Käesolewas peatükis wõ-tame mitmesugusid nähtusi harutamisele, mis elektromagne-tismusesse puutuwad ja elektriwoolu ning magnetismuse käsikäes käimist tõendawad.

2. Elektromagneti saamine.

Kõigepealt tuleb tähendada, et elektriwool iga rauatüki wõib magnetiks muuta ja üleüldse magnetisi sünnitada.

Kui elektriwool kruwiwiisi ümber pehme raudpulga käib, siis muutub see magnetiks.

Ratse otstarbekohaseks esitamiseks mäsimine eraldatud traadi hulka-des keerdudes ümber puust tsilindri, näit. ümber tühja niidirulli, nagu seda 38. joon. kujutab, ja ühendame traadiotsad mõne elemendi ehk batarei nabadega. Teadagi, et niisugusel korral wool kõikidest keerdudest kruwisar-nasel sibil läbi käib. Kui me nüüd tsilindri õensusesse pehme raudpulga A B pistame, siis muutub see kohe kõwaks



38. Magnetiserimisepool.

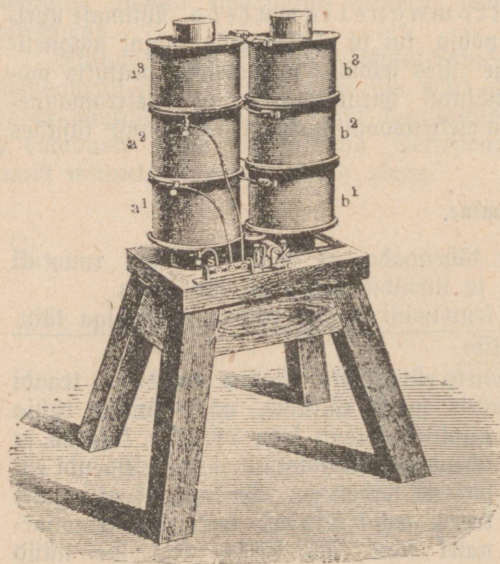
magnetiks, kusjuures pulga üks ots põhjanabaks, teine ots lõunanabaks on. Pulga külge hakkavad nüüd raud- ehk terasasjad finni, näit. raudnaelad, võtmekimp jne. Niisugust traadiga ümbermässitud tsilindrit nimetatakse magnetiseerimisepooliks.

Niipea kui me woolu poolifeerdudes kattendame, kaub pehme raudpulga magnetismus jalamaid ära, ja senini külgetõmmatawad asjad langewad kohe maha. See tõendab, et raudpulga magnetiline tegewus ainult woolust oleneb ja woolu lõppemisel ära kaub. Sellepärast nimetatakse niisugusid elektriwoolu läbi sünnitatud ja tegewusel hoitawaid magnetisi elektromagnetideks.

Palju tugewama elektromagneti saame siis, kui otsekohese raudpulga asemel hobuserauakujulise rauatiiki võtame, selle tuttawal wiisil traadiga ümber mässime ja siis traadifeerdudes elektri woolama paneme.

Joon. nr. 39. kujutab riista, mida õige tugewate elektromagnetide esitamiseks võib tarwitada.

Raks jämedat, pehmest rauast tsilindrit seisawad tugewa



puki peal. Nende alla on tugew raudlatt pandud, nii et tsilindrid ühes latiga

hobuserauakujulise ühenduse sünnitawad. Tsilindrite otsa pistetakse magnetiseerimisepoolid a^1 , a^2 ,

a^3 ja b^1 , b^2 , b^3 . Poolid a^1 , a^2 , a^3 seisawad omakeskel nõndawiisi ühenduses, et wool kõikide poolide feerdudest ühel sihil võib läbi käia.

Nõndasamati on ka poolid b^1 , b^2 , b^3 ühendatud. Kui mõlemate tsilindrite poolides wool jookseb, siis muutub ühe tsi-

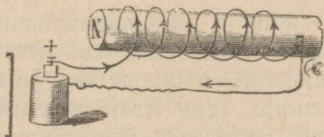
39. Hobuserauakujuline elektromagnet. lindri ots põhjanabaks ja teise tsilindri ots lõunanabaks.

3. Woolusihit elektromagneti keerdues.

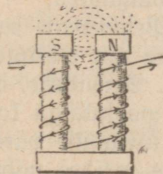
Igal magnetil on oma põhja- ja lõunanaba. Misugune ots muutub elektromagnetil põhjanabaks, misugune lõunanabaks? Selle küsimise peale võime kergeste wastuse leida, kui meelde tuletame, kuida woolusihiti harilikus elektrijuhis üles leitakse. Seal nägime: kui woolufandja juhi kohal olewa parema käe sõrmeotsad woolusihis seisawad, siis pööras juhi alla asetatud magnetindela põhjanaba pöidla poole külge, s.o. pahemale poole kõrwale. Elektromagneti juures võime sedasama juhatusi tarwitada.

Kui me parema käe nõndawiisi magneti peale paneme, et sõrmeotsad traadifeerdude woolusihis seisawad, siis näitab põial selle otsta poole, kus põhjanaba on. Seine magneti ots on siis muidugi lõunanaba.

Woolusihiti feerdudes muutuwad ka nabad ümber: põhjanaba asemele tekib lõunanaba ja lõunanaba asemele põhjanaba. Nõnda oleneb ühe ehk teise naba tekkimine alati sellest, misugusel sihil wool elektromagneti feerdudes käib.



40. Otskohene elektromagnet.



41. Hobuserauatujuline elektromagnet.



42. Woolusihit elektromagneti põhjanaba ja lõunanaba traadifeerdudes.

40. joon. kujutab otskohest, 41. joon. hobuserauatujulist elektromagneti. Nooled näitawad, misugusel sihil elekter traadifeerdudes käib. Üleüldiselt märgitakse N tähega põhjanaba (N=Nord=põhi), S tähega jälle lõunanaba (S=Süd=lõuna).

Kui nabade otstade poolt feerdude peale waatame, siis leiame:

Lõunanaba poolt waadates käib wool traadifeerdudes fella näitajate feeramise sihil (möödapäewa) ümber elektro magneti (42.j. S), kuna põhjanaba poolt waadates woolusihit feerdudes fella-näitajate feeramise sihile wastupidine (wastupäewa) on (42. j.N).

4. Järelejääw magnetismus.

Niipea kui wool elektromagneti traadifeerdudes katkeb, kaub ka feerdudes olewa rauatiiki magnetismus nähtawaste koha ära. Aga see ei ole mitte täieste nõnda. Raua magnetismuse tekkimine (feerdudes elektri woolama hakkamisel) ja kadumine (woolu katkemisel) ei sünni mitte korraga, äkki, waid teatawa osa aja jooksul, olgugi, et selle aja kestwus ülilühike, wast õige pisute osa sekundist on.

Niisugust nähtust katsutakse seega ära seletada, et iga raua- ja terasetiiki molekulid (olluse jautamata pisukesed osakesed) iseendamiisi juba wäikesed magnetikesed on, kuid nad seisawad üksteisele wastamiisi läbisegamine ja ei awalda oma magnetlist tegewust wälja poole. Alles traadifeerdudes käiwa woolu mõjul korraldawad need pisukesed magnetikesed endid sedawiisi, et nende ühenimelised nabad ühele poole hakkawad näitama, nii et seal pool rauatiiki küljes, kuhu tema molekulide põhjanabad sihiwad, elektromagneti põhjanaba tekib, wastupoolsesse külge jälle lõunanaba.

Pehmemate rauasortide juures tekib ja kaub magnetismus wähema aja wältusel ära kui kõwemate rauasortide ehk terase juures. Arwatakse, et pehme raua molekulid hõlpaste oma seisukorda woolukäigu kohaselt wõiwad muuta, kuna terase molekulid olluse kõwaduse pärast kindlamine oma seisukorrale kinni piawad. Sellega wõibgi nähtust ära seletada, miks magnetismuudetud terasetiik magnetiks jääb: woolu ehk mõne wälimise magnetismuse mõjul korraldatud molekulid ei jakka enam iseendamiisi wälimise jõu abita endisesse segamine oletusse tagasi minna.

Kui woolutugewust magnetiserimisefeerdudes kordkorralt wähendame ehk suurendame, siis wäheneb ehk suureneb ka poolifeerdude õensuses olewa rauatiiki magnetismus. Sellejuures tuleb aga iseäralisust tähele panna, et kui me üksford woolutugewust wähendades, teineford suurendades ühesuuruse amperide arwuni oleme jõudnud, siis ei ole rauatiikis tekitatud magnetismus mõlematel juhtumistel mitte järsku ühesuurune: ühesuguse woolutugewuse tegewusel on ta woolutugewuse wähenemise korral suurem, suurendamise korral vähem. Niisugust nähtust nimetatakse hysteresiseks (järelejäämiseks) ja magnetismust ennast järelejääwaks magnetismuseks.

Hysteresis tuleb ettetoodud seletuste põhjal sellest, et molekulide pööramise peale omajagu aega ära kulub, kuigi selle wältus õige pisute osa sekundist on. Raua molekulid lasewad

ennast küll kergeste pöörata, siiski tarwitawad ka nemad oma-osa wälisist jõudu pööramise jaoks ära, ja pööramise peale kulub ka omajagu aega, kuigi ülilühikese wältusega.

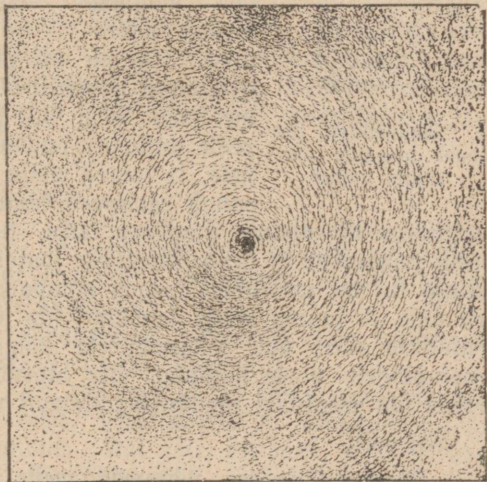
Kui molekulid ühele ehk teisele poole pööravad, siis piawad nad üksteise külge puutuma, üksteise wastu deruma. Me teame aga, et iga derumise juures, iga wastupanemise ärawõitmise juures soojus sünnib. Sellepärast piaks ka pehmes rauas magnetismuse tekkimise ja kadumise läbi (molekulide derumise mõjul) soojus tekkima. Ja tõepoolest wõimegi seda elektrimasinate juures tähele panna: wahetpidamata piab seal elektromagneti magnetismus üliküüril järjekäigul kord kaswama, kord kahanema, nõnda et hysteresis iga magnetismuse muutuse korral wäikese osa soojust sünnitab, mis wiimaks raua koguni palawaks wõib ajada. See mõjub väga tahtawalt elektrimasinate korralise käigu peale, nõnda et kuumaakminemise wastu isefugusid abinõusi piab tarwitusele wõtama.

5. Magnetlised jõujooned.

Seda oleme juba tähele pannud, et elektriwool magnetiseriwalt pehme raua peale mõjub. Niisugune nähtus paneb uskuma, et wool oma lähedusel magnetlisi jõudusi awaldab. Seda wõib ka tõestada.

Kui me otskohese traadi wõtame, selle paberilehest loodis

läbi pistame, paberile peale peenetest rauawilimiseperu puistame ja traati mööda tugewa woolu käima paneme ning ühtlasi lehe külge tasakesi koputame, siis korraldab ennast wilipurust paberile peal nõnda wiisi, nagu seda 43. joon kujutab. Wilipurust ühiskond osakesed seadivad endid nimelt ühendatud ringidena ümber woolufandwa traadi. Niisugune



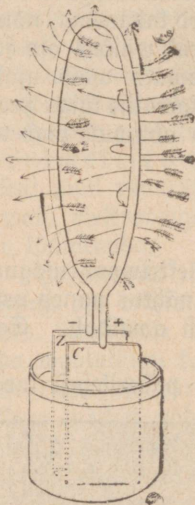
43. Magnetlised jõujooned otskohese woolujuhi ümber.

raupuru korraldus ei võinud muidu tekkida, kui wooluümbrise-
sewa magnetlise tegewuse tõttu.

Iga otskohest ehk kõwerat joont, mille sihil ennast raua-
puru magnetliste jõudude tegewusel korraldab, nimetatakse ma-
gnetliseks jõujooneks.

Braeguseletatud katse tõendab, et otskohese woolu ümber-
kaudu ringisarnased magnetlised jõujooned käiwad. Nad jook-
sewad sinna poole, kuhu magnetinõela põhjanaba näitab.

Kui me nüüd mitte otskohese, waid loofapainutatud traadi
wõtame, nagu seda 44. joon. esitab, ja sellest elemendi CZ



44. Magnetlised jõu-
jooned loogalise woo-
lujuhi ümber.

woolu läbi laseme woolata, siis tekiwad
igale poole woolutandwa juhi ümber noolte
sihil käiwad jõujooned, mis juhi wastu loo-
dis seisawad,

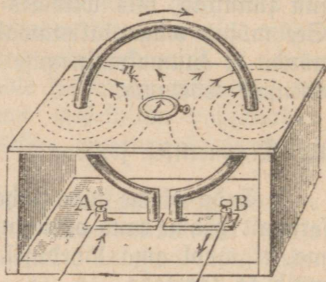
kuna üksikud
jõujooned kokku
korjunewad ja
suurte noolte
sihil woolujuhi-
wahelisest pin-
nast loodis läbi
lähewad.

Seda wõi-
me jällegi wiil-
lipuru ja wäi-
kese magneti-
nõela abil tões-
tada.

Kui me 44. joon. woolujuhi looga
kestpaigast paberilehe nõndawiisi läbi seadi-
me, nagu seda 45. j. kujutab, paberilehe
peale wiilipuru puistame ja woolu A juurest
sisse, B juurest wälja saadame, siis korraldab
ennast rauapuru kummagi loogaharu ümber
punktidega tähendatud ringidena kokku, kuna wäikese magneti-
nõela põhjanaba n nende ringiliste jõujoonte noolte sihil näitab.
Niipea kui me woolusihhi loogas muudame, s.o. woolu B juu-
rest sisse, A juurest wälja saadame, siis jääwad küll ringilised
jõujooned alles, aga magnetinõela põhjanaba hakkab hoopis
wastupidisele poole näitama. See tähendab, et magnetliste jõu-
joonte siht woolusihhi muutmisega samati muutub.

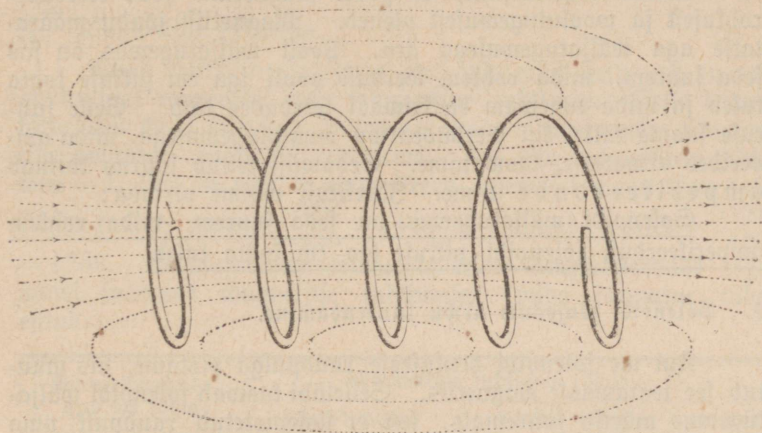
6. Solenoid.

Joon. 44 ja 45 näitawad meile ühtainumast woolujuhi
looka. Meie wõime aga iga juhi hullkade edasijookswate looka-



45. Magnetliste jõujoonte esi-
tamine wiilipuru abil.

dena või keerdudena pooliks kokku kerida, nii et keerdude keskpaika tühi ruum jääb. Kui niisugust kruuviwiisi kokkumäsitud juhti mööda wool käib, siis nimetatakse seda solenoidiks (toruks). Joon. 46 kujutab meile ühte osa solenoidist.



46. Solenoid (woolukeerdude toru).

Üheainsa woolulooga juures (44. joon.) nägime juba, kuida mõned jõujooned looga sisemisest pinnast loodis edasi jooksewad (keskmised jõujooned). Selsamal põhjal jooksewad ka solenoidis sisemisid jõujooned solenoidi teljega paralleelis (kõrvustikku) kas pahemalt poolt paremale poole ehk ümberpöörduvalt edasi, sellejärelle waadates, misugusel sihil elekter solenoidi keerdudes woolab. Joon. 46 kujutab meile punktiliste märgitustega jõujoonte käiku solenoidis.

7. Magnetiline väljatugewus.

Ratsed tõendawad, et solenoidil seda suurem magnetiline jõud on, mida rohkem keerdusi 1 cm pikkuse peale tuleb ja mida tugewam wool keerdudes käib.

Ümbrust, millest magnetlised jõujooned läbi tungiwad, nimetatakse magnetliseks väljaks.

Mida tihedamalt, s.o. rohkemal armul jõujoonesi 1 ruutem. magnetlise välja peale tuleb, seda suurem on väljatugewus ja ühtlasi magnetline kogujõud. Kui näit. üteldakse, et pooli sees väljatugewus 200 on, siis käib pooli õensusest niipalju jõujoonesi pooliteljega paralleelis läbi, et õensuse läbilõike iga ruutem.

peale 200 jõujoont tuleb. Teadagi on farnasel korral terge wälja rehkendada, kuipalju jõujooni terwest pooliõensufest läbi tungib. Nõnda tähendatakse wäljatugewusega jõujoonte arwu ära, mis wälja igast ruutem. loodis läbi läheb.

Ülemal tähendatakse, et pooli magnetline jõud feerdude-rohkufest ja woolutugewusest oleneb. Magnetlist jõudu määratakse aga wäljatugewusega ära. Pooli wäljatugewus on siis seda suurem, mida rohkem feerdusi pooli iga cm pikkuse kohta tuleb ja mida tugewam elektriwool feerdudes käib. Selle suuruse saame kätte, kui feerdudearwu woolutugewusega, mida amperides arwatakse, kaswatame. Sedawiisi leitud suurus kannab amperifeerdude nime. Järelikult wõime oletada:

Solenoidi wäljatugewus on seda suurem, mida rohkem amperifeerdusi solenoidi pikkuse iga cm kohta tuleb.

8. Solenoidi jõujoonte arwu suurendamine.

Kui me solenoidi õensufesse raudpulga pistame, siis muutub see teatawaste magnetiks. Selleläbi kaswab solenoidi wäljatugewus märksa suuremaks, sest et sissepistetud raudpulk oma magnetismuse suuruse kohaselt enam ehk vähem jõujoonesi ise wälja saadab. Õiguse järele ei suurenda mitte raudpulk jõujoonte hulka, waid ta koondab neid solenoidi sisse poole kokku, kuna muudu nad wälja poole laiali lagunesiwad. Seega suureneb jõujoonte hulk raudpulga abil ainult sees pool solenoidi.

Mitmesugused rauasordid suurendawad wäga mitmesuguselt solenoidi jõujoonte hulka.

Järgmine tabel näitab meile, misuguse wäljatugewuse (jõujoonte arwu ruutem. kohta) teatawad amperifeerud solenoidi sees olewas õhus, tautud rauas, walatud terases ehk malmis sünnitawad.

Amperifeerdude arw iga cm kohta	Jõujoonte arw iga ruutem. kohta			
	õhus	tautud rauas	walatud terases	malmis
5	6,25	9000	11000	—
10	12,5	12000	13500	2300
15	18,75	13300	14500	3900
20	25,0	14400	15000	5000
25	31,25	14900	15500	5600
30	37,5	15300	15800	6200

Süit wõime näha, et iga ruutem. kohta tulew jõujoonte arw, seega siis magnetiserimisetugewus ühesuguste amperifeerdude

tegewusel walatud terases suurem on kui tautud rauas, ja mõlemates hulga suurem kui malmis. Õhus tekib aga kõigest $\frac{5}{4}$ korda rohkem jõujooni kui amperikeerdusi tegewusel on.

10. Magnetline juhtiwus.

Nagu elektriline juhtiwus igal juhifordil isesugune on, nii on ka igal rauasfordil oma magnetline juhtiwus. Selle leiame kätte, kui õhus tekitatud jõujoonte arwu mitmesuguste rauasfortide omadega wastamisi sõrdleme. Kui õhu magnetline juhtiwus = 1, siis on näit. 5 amperikeeru tegewusel magnetline juhtiwus tautud rauas = $\frac{9000}{6,25} = 1440$ ja walatud terases = $\frac{11000}{6,25} = 1760$. Sedasamawiisi leiame ka teiste amperikeerdude tegewusel saadawa magnetlise juhtiwuse, mida järgmine tabel esitab.

Amperikeerdude arw cm kohta	Magnetline juhtiwus (õhus = 1)		
	tautud rauas	walatud terases	malmis
5	1440	1760	—
10	960	1080	184
15	709	773	208
20	576	600	200
25	477	496	179
30	408	421	165

Tabelist paistab filma, et mitmesuguste rauasfortide magnetline juhtiwus mitte samati muutmata suurus ei ole, nagu sedita metallide elektrilise juhtiwuse kohta tähele panime, waid ta wäheneb kordkorralt sellejärele, mida kangemad magnetiseriwad jõud raua peale oma mõju awaldawad. Sellest järgneb, et raua magnetismus magnetiseriwa jõu kaswamisega mitte ühesõõrdsest, ühesugusel sammul ei kaswa. Amperikeerdusi (magnetiseriwat jõudu) kordkorralt suurendades suurendame ainult weel õige wähe rauamagnetismust, ja wiimaks jõuame lõpupüürini, millest magnetismus enam üle ei tõusegi, olgugi, et amperikeerdusi edasi suurendame.

Peale raua wõib ka teiste kehade juures magnetlisest juhtiwusest kõnelda. Ainult nende juhtiwus on rauaga sõrdlemisi wäga palju korda wähem. Näit. õhu ja wase magnetline juhtiwus on kõigest = 1, sest et nad pooliõensufesse sattudes jõujooni mitte sugugi ei suurenda. Ainult nikli ja kobaldi magnetline juhtiwus on natuke suurem kui 1.

Sedawiisi arutades astume tähtsa sammu edasi, milleläbi magnetliste nähtuste võimaliku ettekujutamiseni ja arusaamiseni jõuame.

10. Magnetismuse Ohmi seadus.

Mässime raudrõnga ümber eraldatud traadi (juhi) ja pane selle määratud tugewusega elektriwoolu käima. Amperifeerdude fogaarw sünnitab siis rõngas jõujooned. Jõujoonte arw, mis terwest rõngast ringi läbi käib, on siis seda suurem, mida suurem, eisteks, rauajuhtiwus, teiseks rõnga läbilõige on, kolmandaks, mida suurem amperifeerdude arw 1 cm rõnga pikkuse kohta tuleb, nõnda siis, mida vähem teatava amperifeerdude juures rõnga pikkus keskoone järele mõetes on.

Siin võime siis niisamasuguse seaduse üles seadida, nagu seda elektriwoolu äramääramiseks Ohmi seadus on. Kui me nimelt rõnga amperifeerdude fogaarwu, milleabil magnetismus alles sünnib, magnetomotorliku (magnetismuse käimapanewa) jõuna wastu wõtame ja selle suuruse, mis juhtiwusest, rõnga läbilõigest ja pikkusest oleneb, rõnga magnetiliseks takistuseks nimetame, siis võime ütelda:

Meie rõnga jõujoonte arwu leiame selleläbi üles, et magnetomotorliku jõu (amperifeerdude fogaarwu) magnetlise takistuse peale jagame:

$$\text{Jõujoonte arw} = \frac{\text{magnetomotorlik jõud}}{\text{magnetline takistus}}$$

Jõujoonte arw on magnetismuse seaduses sedasama, mida Ohmi seaduses woolutugewus on, kuna elektromotorliku jõu asemel siin magnetomotorlik jõud seisab.

Rõnga magnetline takistus kujuneb nõndasamati nagu juhi elektrilinegi takistus. Ta on nimelt sedawõrd suurem mida suurem rõnga pikkus, mida vähem tema läbilõige ja vähem tema juhtiwus on. Lühidalt:

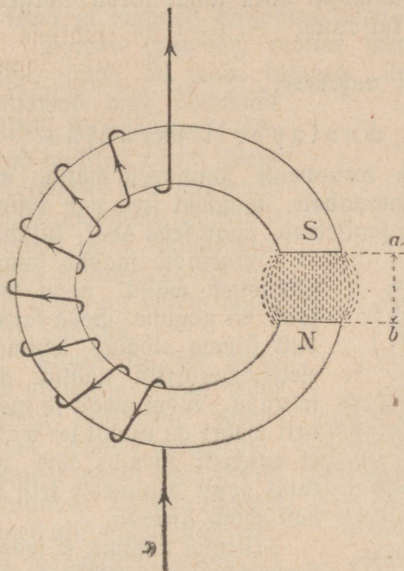
$$\text{Magnetline takistus} = \frac{\text{pikkus}}{\text{läbilõige} \times \text{magn. juhtiwus}}$$

Niisamasugune on ka

$$\text{elektriline takistus} = \frac{\text{pikkus}}{\text{läbilõige} \times \text{elektr. juhtiwus}}$$

Nõndanimetatud magnetismuse Ohmi seadus on maksew ainult terve (ühendatud) raudrõnga jaoks, sest et siin ükfinda rauda magnetiseritakse. Sedasama seadust võib wäga õigeste ka niisuguste magnetliste ringide jaoks tarwitada, mis peaaegu ühendatud on. Sellejuures piab aga magnetlise takistuse äramääramiseks igaford õigeid wäärtusi arwesse wõtma.

Näit. paneme tähele raudrõngast, mida 47. joon. kujutab. Tal on SN kohal tüft välja lõigatud, nii et seal õhuford asub ja sealsamas ühtlasi ka rõnga mõlemad vabad nabad lõpewad.



47. Väljalõikega rõngaline elektromagnet.

cm., terve rõnga pikkus (festjoone pikkus) 60 cm, õhuforra pikkus 1 cm, rauajuhtivus olgu 1000. Puuduks rõngal wahe, siis oleks ta

$$\text{magn. tafistus} = \frac{60}{5 \cdot 1000} = 0,012.$$

Et ta aga wahega on, siis on ta

$$\text{magn. tafistus} = \frac{59}{5 \cdot 1000} + \frac{1}{5} = 0,0118 + 0,2 = 0,2118.$$

Rõnga magnetline tafistus on siis õhuforra tõttu 17,7 korda suuremaks kaswanud, mis põhjal siis ka väljalõikega rõngas 17,7 korda wähem jõujoonesi läbi lasseb, kui ilma õhuwaheta terve rõngas.

Magnetismuse Ohmi seadust tarwitatakse dünamomafinate väljarehkendamise juures, kus alati peaaegu ühendatud magnetlifed ringid (jõujoonte wooluringid) ette tulewad.

Meie nägime juba, et ka õhuford võib magnetlifeks muutuda. Faraday, kes selle ules leidis, tõendas, et magnetismus kõikide

Jõujooned jooksewad N ja S waheliselt õhuforra peaaegu otsekoheselt sihil läbi, nagu seda joonistusest wõime näha, kalduwad aga ainult ääri mööda natuke wälja poole kõrwale. Rad kalduwad seda wähem kõrwale, mida kitsam õhuford N ja S wahel on.

Käesolewal juhtumisel wõime siis jõujoonte arwu wälja rehkendada, kui magnetlise kogutafistuse kahest otjast kokku wõtame. Magnetline kogutafistus = raua magn. tafistus + õhu magn. tafistus.

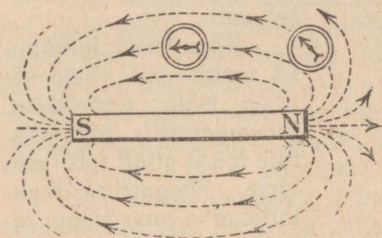
Arwamiseksi tarwitame kindlaid arwusi. Rõnga läbilõike olgu 5 ruut-

loodusekehade üleüldine omadus on. Mitte ükfinda raud, vaid ka kõik teised kõvad kehad, wedelikud ja gaasid võivad magnetliseks muutuda. Wahe seisab ainult selles, et teised kehad ühesuguse magnetiseriwa jõu mõjul mitu tuhat korda nõrgema magnetismuse omandavad kui raud.

11. Elektriwoolu ja magneti wahekord.

a. Magnetipulga ja woolupooli sarnasus.

Harilik magnet saadab teatawaste jõujoonesi wälja, mis õhu kaudu põhjanabast lõunanabale, magneti sees aga lõunanaba poolt põhjanaba poole jooksewad, nagu seda 48. j. kujutab.



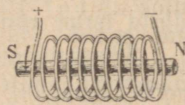
48. Magneti jõujoonte käiguühit.

joonte ringid heljuwad. Sel põhjal piab magnetinõel woolu lähedusel ennast samati pöörama, nagu seisaks ta mõne magneti lähedusel. Derstedti ülesleidus finnitabgi seda.

On magnetipulk nõõri otša tasakaalus üles riputatud, ja seisab tema naba wastas paigalolewa woolupooli (solenoidi) õensu, siis tungib magnetipulga naba kas pooli õensusesse sisse ehk taganeb selle läheduselt eemale, sellejärele, kas magnetipulga ja woolupooli jõujooned ühele poole wõi wastamisi on sihitud.

b. Rauatüki tungimine woolupoolisse.

Kui magnetlise wälja piirikonnas wabalt liikuw rauatükk leidub, siis püiab wiimane enesele niisuguse seisukorra wõtta, et wõimalikult palju jõujoonesi temast läbi saaks joosta. Sel põhjal tungibgi rauatükk (w. joon. 16 ja 17) woolupooli õensusesse, ja kui takistusi teel ees ei seisa, siis tungib ta nii kaugele edasi, kuni woolupooli ja rauapulga keskpaigad ühte langewad, nagu seda 49. joon. kujutab.



49. Rauatüki woolupoolisse tungimine.

Solenoid saadab samati jõujoonesi wälja, nagu seda joon. 46 nägime. Seda sarnadust filmas pidades wõimegi elektromagnetlisi nähtusi ära seletada. Woolupooli ja magneti wahel on ainult see wahe, et magneti sisemus täis on, kuna pooli õensusesse teisi kehasi wõib asetada.

Ülemal nägime, et woolu ümberkaudu magnetlise jõu-

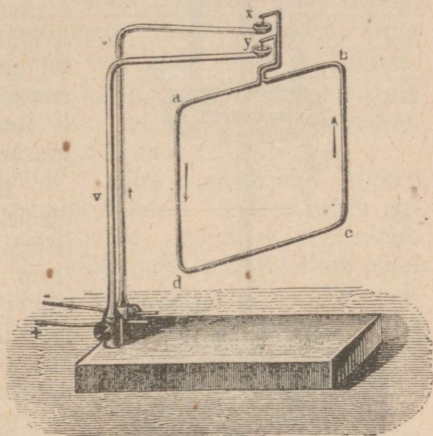
c. Woolu ja magneti jõujooned.

Kui magnet paigal seisaks ja woolujuht liikuw oleks, siis püüaks woolujuht magneti lähedusel niisuguse seisukorra wõtta, et tema ja magneti jõujooned ühel sihil jookseksiwad.

Ampère (ampäär) mõtles selle nähtuse esitamiseks rüista wälja, mida 50. joon. kujutab. Woolujuhtiwad tued v ja t kannawad oma ülemistes otsades elawhõhedaga täidetud topsifeji x ja y. Nende topsifeste sisse ulatawad liikewa wooluosa juhi adcb terawad otsad, mille najal seisest nelinurk abcd wabalt ühele ehk teisele poole wõib pöörata.

Nüüpea kui me magneti niisuguse liikewa wooluringi lähedusele paigutame, wõtab wooluring magneti wasta alati kindla seisukorra. Ta jääb paigale nimelt niisugusel seisukorral, mil magnetitelg pinna ab cd wasta loodis seisab wõi woolu abcd läbi sünnitatud jõujooned magnetiteljega ühes sihis seisawad. Lühidalt:

Woolu (adcb) jõujooned tungiwad magneti jõujoontega ühes õiges sihis ja ühele poole jooksma.



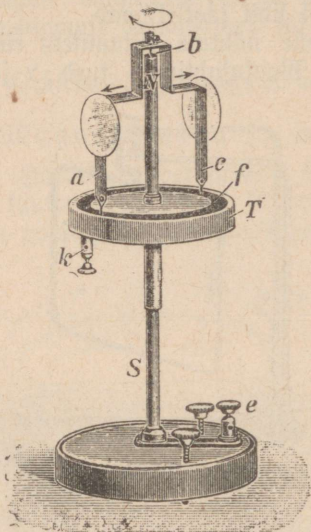
50. Ampère'i riist woolu ja magneti jõujoonte esitamiseks.

d. Woolujuhi keeramine magneti ümber.

Faraday mõtles niisuguse korralduse wälja, mille abil võimalik on woolujuhi wältawat keeramist magneti ümber näidata. Seda kujutab 51. joonistus.

Liikuwaks woolujuhi osaks on siin loof abc, mille keskpaiga külge nõel b on finnitatud. Wiimane tuetab ennaft püstiseiswa magnetipulga NS ülemises otsas olewasse augukesesest, mida elawhõbe täidab. Woolujuhi abc alumised otsad ulatawad samati elawhõbedega täidetud ringilise renni f sisse. Renni f on magnetipulgast NS renni ümbrise T läbi elektriliselt eraldatud, seisab aga juhtiwas ühenduses näpitsaga K, kuna näpits e woolu wõib magnetipulga NS sisse saata.

Rui me näpitsab K ja e mõne wooluallika nabadega ühendame, siis hakkab look a b c magneti põhjanaba N ümber wäl-tawalt ringi käima. On e positiwliste, K negatiwliste nabaga ühendatud, siis käib ta nimelt noo-lega tähendatud sihil, s.o. mööda-päewa ümber ringi.



51. Woolujuhi keeramine magneti ümber.

Omajal ajal, kui woolusihti teatawas juhul ära määrasime, seisab juht harilikult paigal, kuna magnetinõel liikuw oli. Praegusel korral on aga ümberpööratud asjade olu: magnet seisab paigal, woolujuht wõib liikuda. Teadagi, et niisugusel juhtumisel woolujuhi liikumise siht magneti endisele liikumise sihtile wastupidine on. Seal leidsime: parema käe pihupesa juhi poole ja sirgul olewaid sõrmi woolu sihil hoides pööras woolujuhi all olew magnetinõela põhjanaba pöidla poole külge kõrwale. On woolujuht liikuw, magnet aga paigal seisew, ja tahame ette ära määrata, kuhu poole woolujuht kõrwale piaks pöörama, siis tarwitame sellejauks pahemat fätt, ja me leiame, et jällegi pöial liikumise sihti näitab: parema käe pöial näitab magneti põhjanaba liikumise sihti woolujuhi poolt, pahema käe pöial jälle woolujuhi liikumise sihti paigal seiswa magneti põhjanaba poolt küljest.

Ragu tuttaw, jooksewad jõujooned magnetlist wälja sünnitades põhjanabast õhu kaudu lõunanabasse. On käe pihupesa

Niisugusel korral läheb wool e juurest sisse, tõuseb magnetit N S mööda b juurde ülesse, kust ka-hel harul b a ja bc elawhõbeda rennise f sattub ja sealt näpitse K kaudu wooluallika neg. naba juurde tagasi woolab.

Rui magnetipulgale põhjanaba asemel lõunanaba ülewal otsas seisaks, kuna woolusiht muutmata jääks, siis hakkaks look abc wastupidisele poole ringi käima. Seda teeks ta ka siis, kui magnetinabad muutmata jätame, aga woolusihti muudame.

Tähendatud ringikäimine sünnib magneti ja woolu magnetliste jõudude, nende jõujoonte üksteise peale mõjumise põhjal.

põhjanaba poole pööratud, siis hoiame teda jõujoonte jooksu sihile vastu.

51. joon. kujutatud woolujuhi osad ba ja bc liiguvad ka magnetlise wälja piirkonnas. Praegu ettetoodud seletuste peale tuetades wõikfime nüüd $n.n.$ pahema käe määruse üles seadida:

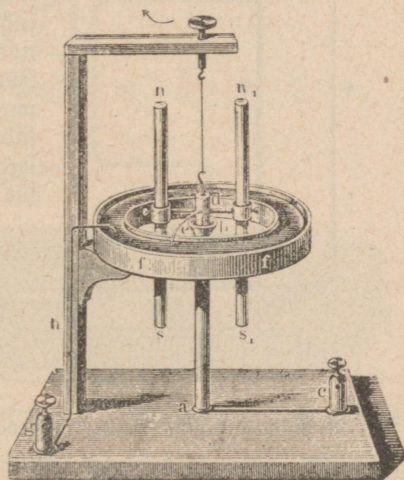
Rui me pahema käe liikuga woolujuhi osa peale nõnda wiisi asetame, et pihupesa magnetiwälja jõujoonte sihile vastu, sõrmed aga juhi woolusihil seisawad, siis näitab põial sinna poole külge, kuhu poole nimetatud woolujuhi osa piab liikuma.

Selle määruse najal katsume nüüd järele, kuhu poole piaks näit. woolujuhi osa bc liikuma, kui wool noolega tähendatud sihil käib ja ülewal otsas magneti põhjanaba N seisab.

Jõujooned jooksewad naba N üles poole wälja, elekter jälle woolab pahemalt poolt paremale poole. Seega tuleks pahemat kätt pihupesaga alla poole hoida, kusjuures sõrmeotsad paremale poole sihitud oleksiwad. Nii sugusel korral näitab põial ette poole külge. Sellepärast piab woolujuhi osa bc ette poole külge liikuma. Nii samati leiame, et woolujuhi osa ba taha poole külge piab liikuma. Seega keerab liikuw woolujuhi loof abc möödapäewa wältawalt ümber magneti naba N . Rui me woolusihil ehk magnetliste jõujoonte sihi ümber pöörame, siis paneme seega samati ka woolujuhi looga abc teisele poole külge ümber keerama.

e. Magnetite keeramine woolujuhi ümber.

Sedasama katset wõib muidugi ümberpöördult ette tuua, s.o. magnetit ehk magnetisi woolujuhi ümber wältawalt keerama panna. Sarnast katset kujutab 52. joonist. Seal on kaks magnetipulka ns ja n_1s_1 ladinakeelse tähe H sarnaselt metallpulga d wahelastumisel kokku ühendatud. Magnetid rippuwad pulga d konksu abil keeramise wabalt nõõri otsas. Pulga d alumine ots ulatab elawhõbedaga täidetud topsikeste b sisse. Magnetisi piirab



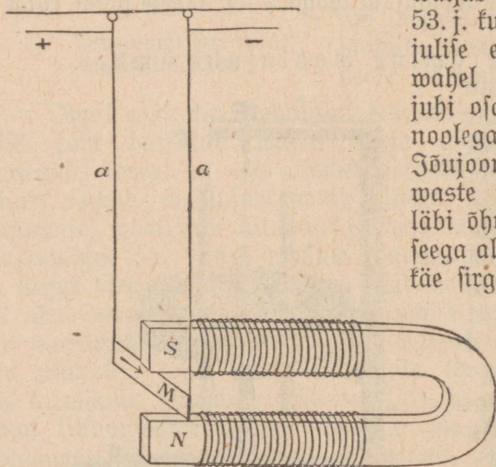
52. Magnetite keeraminewoolujuhi ümber.

rõngasarnane elawhõbeda renn ff. Sellesse rennise ulatab nãpiskruwi g juurest tulew traat h, siis weel traat e, mis d külge on finnitatud ja d, b ning a kaudu nãpiskruwiga c woolujuhtiwas ühenduses seisab. Kui magnetitepaar ümber hakkab keerama, siis käib traadi e ots rõngasrenni f elawhõbeda seesamati ringi.

Kui me galwaniwoolu nãpise c juures kirjeldatud korraldusel fiske, nãpise g juurest jälle wälja juhime, siis hakkab magnetitepaar möõdapãewa ringi käima. Liikumine sünnib selsamal põhjal, nagu woolujuhi ringikäimine magneti ümber, olgugi et katset ümberpõõratud olekus ette wõetakse: Ampère'i „ujuja" seisaks woolujuhis a b püsti; kui ta magneti ns poole waatab, siis piaks põhjanaba tema pahemale poole, lõunanaba paremale poole külge kõrwale liikuma. Magneti $n_1 s_1$ poole waadates piab selle lõunanaba s_1 samati „ujuja" paremale poole külge kõrwale hoidma. Sellepãrasi hakkawad sarnased magnetid woolu käigu ajal möõdapãewa wãltawalt end ümber keerama.

f. Weel üks katse woolujuhi osa liikumise kohta magnetlises wãljas.

Sãsti ülewaatlikult esitab woolujuhi liikumist magnetlises



wãljas weel teine katse, mida 53. j. kujutab. Sobuserauakuulise elektromagneti nabade wahel ripub liikuw woolujuhi osa M, milles woolusiht noolega on ära tähendatud. Jõujooned jooksewad teatawaste põhjanaba N juurest läbi õhu lõunanaba S juurde, seega alt üles poole. Pahema kãe sirgeid sõrmi woolu sihis ja pihupesa jõujoonte sihi wastu, s.o. alla poole hoides näitab põial pahemale poole kõrwale. Riipea kui me woolu elektromagneti keerdudes

53. Woolujuhi osa liikumine magnetlises wãljas. käima paneme, len-

M kõhe magnetinabade wahelt pahemale poole wãlja. dab woolujuhi osa

12. Woolude wastastikkune tegewus.

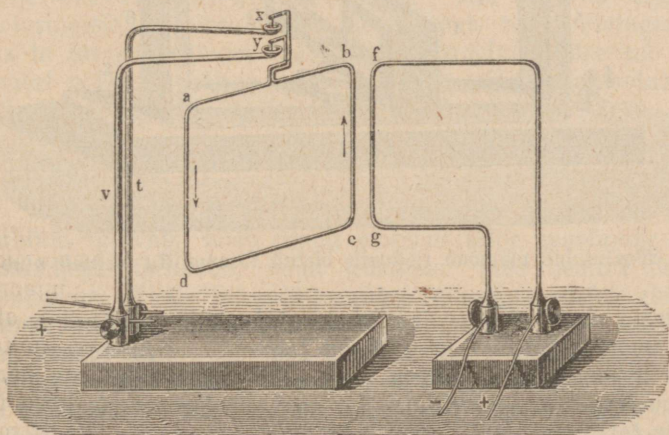
a. Elektrodünamika.

Solenoid, samati kui iga teinegi wooluring, awaldab enesest wälja poole niisugust magnetlist tegewust, nagu seisaks selle wooluringi asemel mõni magnet, mis wooluringi tasapinnast loodis läbi oleks pistetud.

On üksteise lähedusel seiswatest wooluringidest üks liikuw, siis wõime fergeste tähele panna, misugust wastastikku mõju nad üksteise peale awaldawad. Teatawaste tungiwad mõlemate wooluringide tasapindadest loodis jõujooned läbi. Kui wooluringidel wõimalik on, siis seadiwad nad endid ifka sedawiisi üles, et mõlemate jõujooned kõrwustikku (parallel) olekus seisak-siwad. Järelikult wõiwad siis ka kahe wooluringi wahel ilma magneti kaasabitata wastastikkused liikumised — juurdetõmbamine ehk eemaleliikamine — ette tulla.

See oli Ampère, kes galwaniwoolude wastastikkuse tegewuse läbi uuris ja terawmõtteliste katsete ning juurdlemiste waral ära seletas. Õpetus, mis woolude wastastikkuseid meh-anilisi tegewusi käsitab, kannab elektrodünamika nime. Sellele pani Ampère aluse.

b. Parallelwoolu wastikkune külgetõmbamine ja eemaleliikamine.



54. Parallelwoolude wastastikkune külgetõmbamine ja eemaleliikamine.

Galwaniwoolu wastastikku tegewust uurides, pidi Ampère osagi woolusi liikuwalt üles seadima. Sellejauks tuli jällegi 50. j.

fujutatud riista tarwitusele wõtta. Kui me niisugusele riistale, milles woolukäik nooltega on ära tähendatud, liikumata wooluringi *g f* lähendame (w. 54. joon.), siis püüawad mõlemate woolude jõujooned wõimalikult kõrwustikku olekusse asuda, ja me wõime järgmisi nähtusi tähele panna:

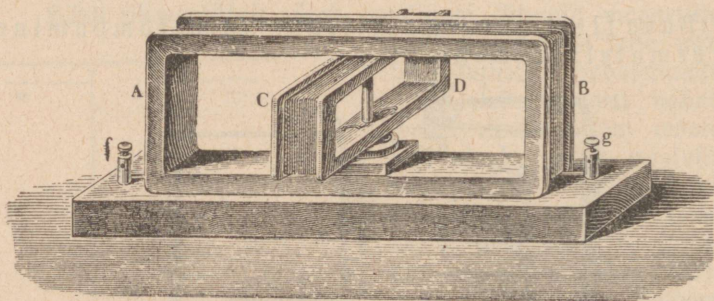
Kui wool *g f* alt üles poole, s.o. samal sihil kui *c b* jookseb, siis tõmbab *g f* nähtawaste woolu *c b* enese poole, jookseb aga wool *f g* ülevalt alla poole, s.o. woolule *c b* wastapidi, siis liukab wool *f g* liikumat woolu *c b* nähtawaste enesest eemale. Sellest järgneb seadus:

Raks ühel sihil jookswat kõrwustikku woolu tõmbawad wastamisi üksteist liqi, kuna raks wastupidisel sihil jookswat kõrwustikku woolu üksteist wastamisi eemale liukawad.

c. Woolujuhid ristamisi olekus.

Kui woolud kõrwustikku olekus weel ei seisja, siis püüawad nad sellesama seaduse põhjal kõrwustikku olekusse asuda.

Ristamisi olewate woolude wastastikku tegewust wõib 55. joon. fujutatud riista abil esitada. Seal on pai-



55. Woolujuhid püüawad ristamise olekust kõrwustikku olekusse asuda.

galseiswa raami *AB* peale rida traadikeerdusi mäsitud, millesse wool näpiste *f* ja *g* kaudu juhitaakse. Selle raami sees seisab liikumalt teine, kergem raam *CD*, mis samati traadikeerdudega ümber on mäsitud. Ka nendesee keerdudesse wõib iseäralise korralduse abil, mida joonistusel näha ei ole, woolu sisse juhtida.

Joon. 55 fujutab mõlemaid traadiringi ristamisi olekus. Nagu juba tähendatud, püüawad niisugused woolud endid kõrwustikku olekusse ja ühesugusesse wooluhisise seadida.

Niipea kui me woolu mõlemate raamide feerdudes jooksma paneme, hakkab sisemine raam ennaft woolude wastastikkusel tegewusel kohe keerama, ja ei jõe enne piatama, kuni mõlemate raamide traadifeerud kõrwustikku olekus seisawad ja mõlemad wooluringid ühele poole on fihitud.

13. Elektrodünamometer.

Kahe wooluringi sarnast mõjumist nimetatakse elektrodünamoliseks (elektrijõuliseks) tegewuseks. Jõu suurus, mida liikuw wooluring liikumata waoluringi mõjul keerates awaldab, oleneb mõlemate wooluringide woolutugewuste kaswatiseft. Käib kindlast ja liikuwast wooluringift sama wool läbi, siis keerab ennaft liikuw wooluring teatawa nurga wõrra, mis woolutugewuse kwadradiift oleneb. Keeramise suurus ei muutu mitte, kui me woolufiht mõlemates wooluringides ühekorraga wahetame. Niisugune liikuw traadipool, mida wedru abil alati ristjoonelisest olekus kindla pooli wastu hoitakse, keerab ennaft elektrodünamolisel põhjusel ka sel korral, kui traadifeerdufi mööda mitte ükfinda alaliseft, waid ka waheldawad woolud käiwad, sest et woolufiht keeramise peale ühtigi mõju ei awalda.

Sellepärast wõib niisugust aparati, millel üks kindel, teine liikuw pool on, woolutugewuste, iseäranis waheldawate woolude tugewuste mõetmiseks tarwitada. Sarnast riista nimetatakse elektrodünamometriks. Kui see riist otsekohe wooluringise on ühendatud, siis mõedab ta woolutugewuifi, kuna ta kõrwalühenduses waheldawate woolude põnewuift neilfamadel põhjustel näitab, mida teises peatüfis haruwoolude ja woltmetri waatlemise juures tähele panime.

14. Magnetliste nähtuste põhjus.

See asjaolu, et elektriwoolu ümbruses magnetlised jõud awalikuks tulewad, lasseb ennaft waewalt tõsise woolamise ettekujutamiseega ühendada, nagu sellekohta juba peatüfi algusel tähendafime. Elektri liikumist traatides kujutafime enesele elektrownide iseäralise woolamiseena ette, aga nüüd küsime: kuda niisugune wool wõib oma ümbruses jõuawaldawaid nähtuifi ette kutsuda? Weewoolu juures paneme ainult woolu teel, toru sees, milleft wesi läbi woolab, woolamise tegewuift tähele, aga sugugi mitte toru ümbruses. Just see asjalugu oligi elektri ühtlase arusaamise teel takistuseks ees. Kaugele mõjumist, mida elektriwool magnetliste nähtuste läbi awaldab, wõib ainult sellega siis ära seletada, kui õigeft peetakse, et woolutraadis liikuw-

wad elektronid iselaadilises kindlas käsitäes käimises igal pool ettetulewa etheriga, n.n. walguse-etheriga seisawad. Arwatakse, et misgi üliõrn ollus, ether, kõiki teisi ollusi, nende atomisi ja atomide wahesi, samati ka määratunaid tähtedewahelisi ruumisi täidab. Etheri osakeste wirwendamalöömise läbi wõiwatgi walgus kole suure kiirusega, 300 000 km sekundis, edasi tungida.

Tulgu elektron kus tahes ette ja olgu ta rahulikis ehk liikuwas olekus, ifka mõjub ta oma ümbritsewa etheri peale nõndawiisi, et ta selle harrilikku olekut muudab, selle wirwendama paneb. Etheri wirwendus laguneb ühest etheri kihist teise edasiminnes wäga kiireste laiaili ja sünnitabgi sellejuures magnetlisi nähtusi. Runa elektriwool elektronide liikumise järeldusena tekib, ei ole magnetlised nähtused nüüdsse aja ettekujutamise järele siis muud midagi, kui elektronide läbi sünnitatud etheri harilikku seisukorra muudatuse järeldused.

15. Elektromagnetismuse rakendamine.

Woolude elektromagnetlistel tegewustel on peale teaduslise tähenduse weel wäga suur praktiline tähtsus ja igapäewases elus laialine tarwituselewõtmise wõimalus.

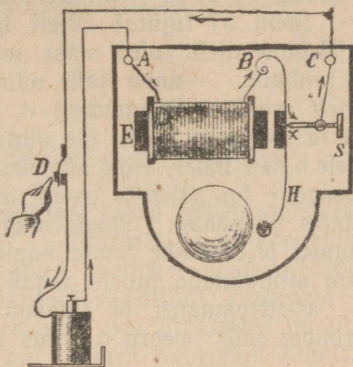
Teatawaste wõib elektriwoolu abil soowi järele magnetisi sünnitada, ja et need raua suurema ehk wäheama jõuga külge tõmbawad, siis ka soowi järele kindlaid liigutusi toime panna. Sel põhjal, et elektriwool ülikiiireste edasi lendab, ja nimelt ettemääratud teesi mööda, s.o. woolujuhtisi mööda, siis wõib teda igal filmapilgul sinna saata, kuhu iganes tahame, ja tema tegewust seal ette tuua, kus me seda aga iganes soowime, olgu koht woolusünnitamise paigast kui kaugel ehk ligidal tahes. Teatawal wiisil wõime siis elektriwoolu abil ruumi ja aega ära wõita. Ühelgi teisel loodusnähtusel ei ole sarnaseid tarwitamisewõimalisi omadusi, ja sellepärast ei leia ka üksigi teine loodusejõud, isegi soojus mitte, nii tähtsal mõedul ja nii mitmel wiisil rakendamist, tarwitamiselewõtmist, kui elektriwool.

16. Elektrikõlistaja.

Wähe on nüüd neid, kes ei oleks fordagi ussepiida küljes leiduwa nupu peale wajutanud ja elektrifella kõlistema pannes oma külasetulekut teatanud. Elektrikõlistaja leidub nüüdsel ajal pea igas majas, iseäranis linna paigas. Teda tarwitatakse wäga mitmesuguste märguandmistega jaus.

Elektrikõlistaja ehitamist ja woolukäiku kujutab ülewaatlikult 56. joon. Nupu D peale wajutades hakkab elekter nooltega

tähendatud teel ringi woolama: näpise A kaudu läbi elektromagneti E, üle ankru ja tellimisekruwi puudutamisekoha x, näpise C ja nupu D puudutamisekoha kaudu elemendi juurde tagasi, et sedasama ringkäiku uueste jatkata. Kell kõliseb selle juures wahetpidamata ja nimelt niikaua, kuni nupu D peale wajutatakse, s.o. kuni woolutee katkendatud ei ole. Kui sõrme nupu pealt ära wõtame, tõuseb puudutataw osa wedru tõukel ülesse ja kattendab seega woolutee — kell jääb wait.



a. Kuda kella kõlismine sünnib?

Nupu D kohal on wool 56. Elektrikõlistaja ülewaatlik kujutus. harilikult kattendatud. D peale wajutades hakkab elemendiwool jooksuma, ja E keerdudesse sattudes muudab ta keerdude sees olewa pehme rauapulga magnetiks. See tõmbab wedru B külge kinnitatud pehme rauatükikesse, n.n. ankru enese poole ja kattendab ühtlasi paigalseiswa kruwi S otsa x juures elektritee. Woolu kattemise järeldufel kaub E magnetismus ja wedru B tõukel puudutab ankur jällegi kruwi otsa x. Selleläbi on woolutee jällegi jatkatud, jällegi muutub E magnetiks ja tõmbab ankru x küljest lahti, misläbi jälle woolutee katkeb ja ankur jällegi tagasi läheb ja x wastu tuetades woolutee uueste jatkab jne jne. See sünnib õige kiirel järjekorral, ligi paarkümmend korda sekundi jooksul. Nagu joonistusest näeme, on ankru külge wäike haamer H kinnitatud, mis igal ankru külgetõmbamisel wastu lapergust kella lööb ja selle siis helisema paneb.

Nii on siis elektrikõlistaja ehitus ja tegewusewiis täieste elektriwoolutee kiireste järgnewa jatkamise ja kattendamise läbi sünnitatawa ja kautatawa elektromagnetismuse peale põhjendatud.

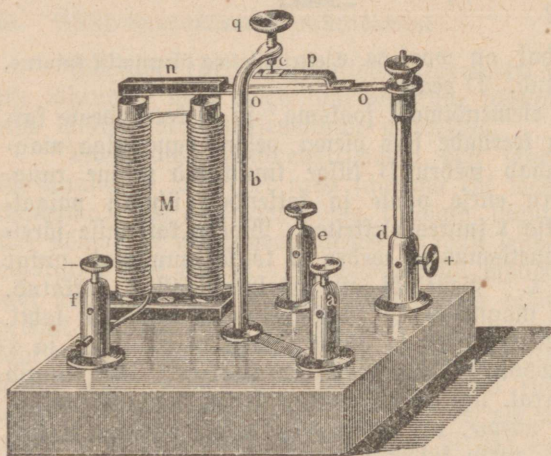
b. Reef'i haamer.

Mõneks otstarbeks, millest pärastpoole veel kõneleme, on waja elektriwoolu kiireste kattendada. Seda võib praegufirjedatud kõlistaja tauline korraldus elektriwoolu enese abil iseseiswalt toimetada. Iseseiswa woolukattendaja ehitus ja tegewuse wiis on siis elektrikõlistaja sarnane, ainult kell ja haamer H

puudub tal, sest tal ei ole vaja kõlistada, vaid ainult woolu kattendada. Niisugune woolukattendaja kannab Reefi haamri nime, sest et ta Frankfurdi arsti Reefi väljamõeldus on.

Zoon. 57 kujutab Reefi haamert ükfinda. Haamri tegevuselepanemiseks tuleb mõne wooluallika + naba näpiskruwiga d ühendada, — naba jälle näpiskruwiga f. Niisugusel korral tõuseb wool metallsammas d mööda wedru o juurde ülesse, kust ta wedru p kaudu üle platinaterawuse c paigalseiswa sambakese b sisse läheb, sealt näpiskruwisse a. Viimast võib näpiskruwiga e kas otsekohe traadi abil ehk mõnda aparati waelejatlates ühendada. Näpiskruwi e juurest jookseb wool elektromagneti M keerdude kaudu näpiskruwi f juurde, ja sealt wooluallika miinusnaba juurde tagasi.

Elektromagnet M tõmbab sel filmapilgul, mil wool ta keerdudes käib, wedru o otjas olewa pehme rauaantru n enese



57. Reefi haamer.

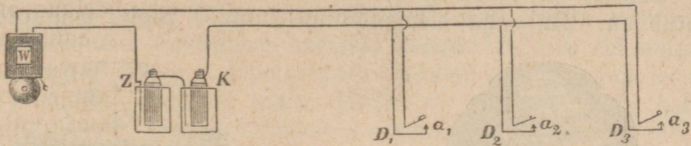
poole ja kattendab seega woolutee p ja c wahel. Selleläbi kaub ühtlasi ka M elektromagnetismuse, n tõuseb wedru o o tõmbel üles poole, kusjuures wedru p jällegi wastu platinaterawust c tuetab.

Niisid hakkab wool uueste peale, uueste tekib elektromagnetismuse, uueste kattfeb woolutee, mis läbi elektromag-

17. Elektrikõlistaja sisseseade.

Igal elektrikõlistaja sisseseadel piab wooluallik, kõlistaja ning niipalju kõlistamisenuppusi olema, kui paljudest kohtadest

kõlistada tahetakse. Sisseseade nimetatud osafi ühendatakse eraldatud traadiga teatawal viisil.



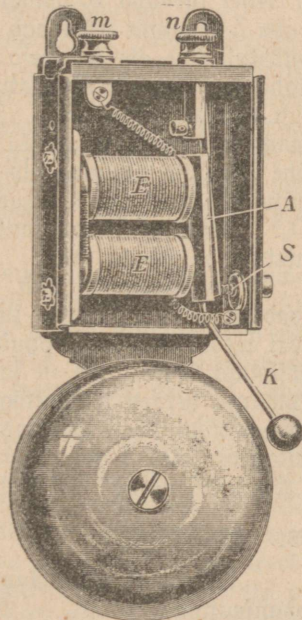
58. Elektrikõlistaja sisseseade ülewaatlik korraldus.

58. joon. kujutab ülewaatlikult kolme kõlistamisenupuga sisseseadet. Seal tähendab: W — kõlistajat, ZK — wooluallikat, D_1, D_2, D_3 — kõlistamisenupusi, jooned — woolujuhtisi.

Wooluallikaks tarvitatakse harilikult Leclanché elementisi. Pildil näeme kaht elementi, mis järjestikku on ühendatud. Wähemale sisseseadele on ka ühest elemendist küllalt.

Harilikku elektrikõlistajat kujutab 59. joonistus. Ta ehitus ja tegewusewiis on meile juba 56. joon. järel tuttav.

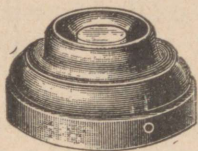
Siin on aga faks järjestikku ühendatud elektrimagneti E. Ankru A külge on haamer K finnitatud, mis woolu käigu ajal wastu kella koputab. Ankru paremal pool küljes näeme lehtwedru, mis kruwi S wastu tuetab. See on woolukatkendaja wedru. Kruwi S tuleb niipalju sisse wõi wälja poole keerata, et nimetatud wedru ankru külgetõmbamisel kruwi otsa ei puuduta, s.o. kui elektromagnetid ankurit enese poole tõmbawad, siis katkeb wool lehtwedru ja kruwi S otsa wahel. Wool tuleb näpitse m juurest sisse, käib mõlemate elektromagnetite keerdudest läbi, kust ta kruwi S juurde ja sealt üle kruwi otsa ja lehtwedru kaudu näpitse n juurde läheb.



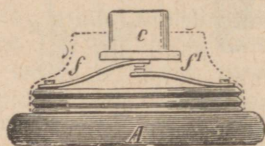
59. Elektrikõlistaja.

Kella kõlisemapanemiseks tarvitatakse nuppuisi, mille wälimust 60. joon. ja sisemist ehitust 61. joon. kujutab. Üks traat, mis elemendi juurest tuleb, on wedruga f ühendatud, kuna teise wedru f_1 juurest traat kõlistaja juurde

lähed. Harilikult ei puuduta wedrud f ja f_1 üksteist mitte, nii et elemendi- ja kellawaheline woolutee wedrude wahel katkendatud on. Kui aga elewandiluust nupu c peale wajutatakse,



60. Kõlistamisnupu wälimus.



61. Kõlistamisnupu sisemus.

siis puutuwad f ja f_1 otsad kokku, wool wõib nende kaudu kella juurde pääseda, ja see hakkab helisema.

Waatleme nüüd joon. 58. Harilikult paigutatakse elemendid ja kõlistaja üksteise lähedusele. Tarwitatakse kaht elementi, siis ühendatakse kõige esiteks ühe elemendi süüsi (kõlmine naba) K teise elemendi tšingiga Z . Nii jääb ühel elemendil tšinginaba Z , teisel süenaba K wabaks. Nüüd ühendame traadi abil waba naba Z kõlistaja näpitsuga n . Pealeselle tuleb kaks lahustraati, milledest ühe ots kõlistaja näpitsa m , teise ots wooluallika waba naba K külge on finnitatud, kõikidest neist tubadest läbi wiia, kust kõlistada tahetakse. Igas tuas, näit. tuas D_1 tuleb kummagi nimetatud traadi külge eraldi harujuhid finnitada, ja siis ühe harujuhi alumine ots kõlistamisnupu wedruga f , teise alumine ots wedruga f_1 ühendada. Sedasama teeme tuas D_2 ja D_3 . Nuppude puudutamised wedrusi f ja f_1 tähendatakse 58. joonistusel a tähega ära.

Kui me nüüd näit. tuas D_3 nupu peale wajutame, siis woolab elekter K naba juurest traati mööda tupp D_3 , pääseb seal wedrude f ja f_1 puudutamise kohast a_3 üle ja woolab siis kõlistaja kaudu, üle m ja n näpiste, Z naba juurde tagasi, ja kõlistaja heliseb woolufäigi wältusel. Sedasamawiisi wõib iga teisegi nupu peale wajutades helistada. Ruumi puudus ei luba pikemaid seletusi asja kohta anda. Seda mõtlen eraraamatufeses „Elektrikõlistajad“ pikemalt teha.*)

18. Elektritelegraf.

Ülitähtsat osa mängib elektromagnetismus sõnumite kiire edasiisaatmise juures — telegrafi (kaugekirjutaja) ja telefoni (kaugehäälitseja) abil.

*) Ka „Aasta“ I albumis (109—124. weerul) on elektrikellade ja koduste telefonide (ferofonide) kirjeldus joonistustega. Kirjastus.

Juba wanast ajast peale otsiti ja mõeldi abinõusi wälja, kuida sõnumid ehk märkisi kiireste kaugele wõiks edasi saata, mis iseäranis sõjaajal tähtis oli. Wanad greeklased ja roomlased signaalerisidwad (andsiwad märkisi) kõrgete tornide ehk mägede otsast tulelontidega. Tuletornid kergitawad praegugi õige laewatee pidamist, iseäranis ranna lähedusel. 1794. a. peale hakati Prantsusemaal Chappé'i (schapp'i) algatusel optikalist (walguslist) telegrafi sisse seadima: umbes kümne wersta kaugusel seisidwäd kõrgematele kohtadele paigutatud tornid, mille otsas kolme pikka lineali wõis mitmesuguses olekus iseäraliste kangide abil kiireste üles seadida. Linealide igal olekul oli oma tähendus. Pikkfilma abil waadati ühest jaamast teise järele, misugusi tähte wõi märki telegraferiti. Pariisist jakati kuue minuti jooksul sõnum Briiseli saata. Sellejuures pidi ta 22 wahejaamast läbi käima. Muidugi ei olnud niisugune telegraferimisewiis kuigi täielik. Halwa ilmaga ei wõinud ta sugugi töötada. Sellegipärast wõttis tollaegne rewolutsionline Prantsuse walitsus optilise telegrafi kohe tarwitusele, sest et ta kallaletungiwate kuningate wägedega wõideldes mõjuwaks wahendiks oli.

Alles elektritelegrafi ilmumisega wõis sõnumite-saatomine meieaja täiusese areneda. Igatahes oliwad esimised katsed sel sihil puudulised. Arwati, et iga tähe jaoks oma traat ära kulub, mis ju kole kallis oleks tulnud. Sellegipärast lükkasgi Napoleon I niisuguse telegrafiplaani pillkawalt tagasi. Alles siis kui prof. Gaussi algatusel otsusele tuldi, et kõiki meie tähti wõib ainult kase märgi waral ära tähendada, wõis elektritelegrafi mõtet kordaminewalt teuks teha.

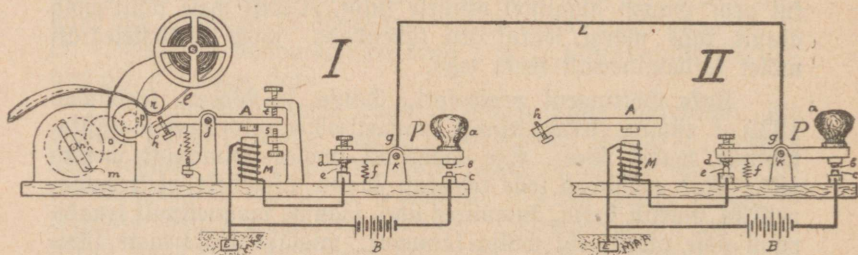
Kaks Göttingeni professori, Gauss ja Weber, seadsiwad 1833. a. esimese elektritelegrafi magneti-observatoriumi ja füüsika-kabineti wahel üles. See wahe oli umbes kolmandik wersta pikk. Nad wõisidwäd selle telegrafi kaudu üksteisele elektromagnetlikka märkisi saata, kusjuures ühes jaamas magnetipulk traadipooli sisse pisteti ehk wälja tõmmati, misläbi teatawaste lühikesese wältusega induktiooni woolud tekiwad, ja et traadipool mõlemate jaamade wahelise traadiga ühenduses oli, siis pööras wastuwõtmisejaamas galwanometri magnetinõel ühele ehk teisele poole kõrwale, sest et ühes jaamas sünnitatud induktiooni wool traati mööda teise jaama saadeti, kus ta galwanometri keerdudest läbi woolas. Teataw arw magnetinõela paremale ehk pahemale poole pöörakuid tähendas teatawat märki ehk tähte. Gaussi äratusel täiendas Müncheni prof. Steinheil niisugust magnetilist nõelatelegrafi seega, et märkide andmise wiisi hulga lihtsamaks ja kergemaks tegi. Ühel katsel leidis Steinheil

kogemata üles, et kahe jaama wahel ei lähegi kaht traati tarwis, nagu senini pruugiks oli, s.o. üks edasi, teine tagasi traat, waid et ühest traadist küllalt on, kuna tagasitulewa traadi ajeta maa ise wõib täita. Seks otstarbeks pidi kummasgi jaamas traadi ots metallist plaadi külge finnitatama ja see maa sisse pandama. Niisugusel korral wõis wool niisamahästi käia, nagu oleks teinegi traat olemas, sest et maa woolu hästi läbi lasseb. Seega oli ühest jaamadewahelisest traadist küllalt. Steinheili arwamine, et maa woolu otsekohe tagasi saadab, ei ole küll mitte õige, aga tema ulesleidus jäi siiski makswaks. Sel ulesleidusel oli aga ülitähtis järeldus, sest et traati nüüd kaks korda vähem kulus, milleläbi ka kulud ise poole vähemaks jäiwad, ja sellepärast wõisgi telegraf nii kiireste laiali laguneda ja wõimsalt sõnumite saatmise teenistusesse astuda.

Ule terve ilma on suuremalt osalt Morse kirjutusetelegraf ja Hughes'i (L: juusi) trükitetelegraf tarwitusel. Wiimasel ajal on teisi aparate ilmunud, aga ruumipuuduse pärast wõtame siin ainult Morse telegrafi waatlemise alla.

19. Morse telegraf.

Dma kottuseade poolest on Morse telegraf hästi lihtne. Joon. 62 kujutab ülewaatlikult kaht telegrafijaama I ja II, mida traat L ühendab. Mõlemates jaamades on täieste ühesugused



62. Kahe telegrafijaama sisseade ülewaatlik kujutus.

riistad telegrammide saatmiseks ja wastuwõtmiseks olema. Need on: puudutaja ehk Morse wõti P, wooluallik B ja elektromagnet M, mis telegrammisi edasijookswa paberilindi l peale lühemate ja pikemate kriipsudega üles tähendab.

Ütleme, jaamast II hakatakse jaama I telegraferima. Kui seal puudutaja P nupu a peale wajutame, siis puudutab b terawat otsa c, mis wooluallika +nabaga ühendumises seisab, ja wool wõib c b g L kaudu jaama I sattuda, kus ta g d e ja elektro-

magneti M feerdude kaudu^o maa sees olewa plaadi E sisse tungib. Jaamas II seisab batarei B —naba maaplaadiga E alatises ühenduses, seega on jaama II puudutaja mahawajutamise korral jaama II batarei mõlemad nabad maaga ühenduses, nimelt +naba jaama I kaudu, —naba jälle otsekohe jaamas II. Me teame aga, et maa woolu edasi saadab, seega on siis batarei wool ringi käimas, kui ta mõlemad nabad maaga ühenduses seisawad. Jaamas I käib wool elektromagneti M feerdudest läbi, ja nende raudsüda muutub magnetiks, mis ankrut A selkorral enese poole tõmbab. A alla wajumise korral tõuseb aga kruwi h ots üles poole, sest et tõstefangife, mille otsade küljes h ja A on kinnitud, wõlli j ümber ennast pöörata lasseb. Ülespoole tõustes teeb h ots mööda jookswa paberilindi peale teatawal wiisil lühema ehk pikema kriipsu, sellejärel, kas jaamas II lühemat ehk pikemat aega puudutajat P maha wajutatakse, s.o. woolu jaama I elektromagneti M feerdude ja maa kaudu pikemaks ehk lühemaks ajaks ringi woolama pannakse. Näit. tähe a saame jaama I lindi peale selkorral, kui jaamas II puudutajat P üks kord lühemat ja ükskord pikemat aega maha wajutatakse. Rii on täht a Morse kirjas järgmine: — —

Puudutajal P on waseft fangife, mis wõlli k ümber ennast pöörata lasseb. Wedru f hoiab puudutaja niisuguses olekus, nagu teda joon. 62 kujutab, nii et terawad otsad d ja e üks-teist puudutawad. Puust nupu a peale wajutades, puudutawad terawad otsad b c üks-teist, kuna d ja e wahele umbes kahe millimeetriline wahe tekib. Wool ei wõi siis mitte telegraferimisejaamas d e kaudu maa sisse sattuda, waid ainult wastuwõtmisejaama puudutaja d e kaudu.

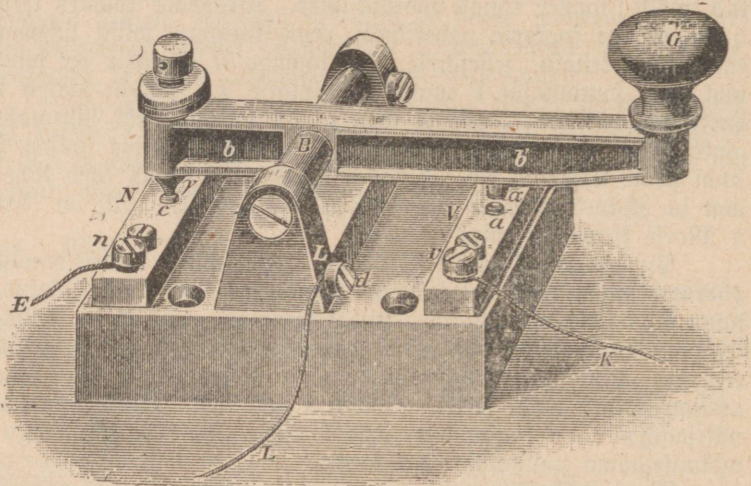
Wastuwõtmisejaamas panewad rattad n o p r paberilindi l edasijookswalt liikuma. Rattad käiwad wedru abil, mida wõtmega m üles käänatakse. Kui wool elektromagneti M feerdudest läbi ei käi, siis tõmbab wedru i ankrufangi enese poole, ja kruwi h ots ei saa siis enam paberilinti puutuda. Kruwide s ja t abil wõib ankrufangi liikumise suurust, ühtlasi ka h ja l wahet otstarbekohaselt seadida.

Nagu warem tähendatud, on mõlemates jaamades ühesugused aparadid tarwitamisewalmilt üles seatud. Lihtsuse pärast on aga 62. joon. jaama II kirjutuse aparadist ainult kõige tähtsamad osad, nimelt elektromagnet M ja ankrufang A h ära tähendatud. Jäme joon kujutab jaamade ja üksikute aparatide wahel käiwat wooluteed.

Praegukirjeldatud aparadil rõhub ankrufangi otsas olew kruwi k mööda jookswa paberilindi l sisse lühemaid ehk pike-

maid kriipsu'i. Meieaegsetel aparaatidel on aga kruwi h asemel ankrufangi otša pifuke keeraw rattake finnitatud, mille alumine ots sinise wärwi topsikese sisse ulatab. Rattake puudutab telegraferimise korral pikemat eht lühemat aega paberilindi külge ja jätab sinna pikemad eht lühemad wärwikriipsud järele, sest et pikemal puudutamise ajal suurem paberilindi tükk, lühemal puudutamise ajal vähem paberilindi tükk wärwiga kaetud rattakest külgepuutuvalt mööda libiseb.

Zoon. 63 kujutab Morse wõtme loomuliku wälimust peaaegu loomulikul suurusel. Wõtme osad b, b¹, B, L, N, V

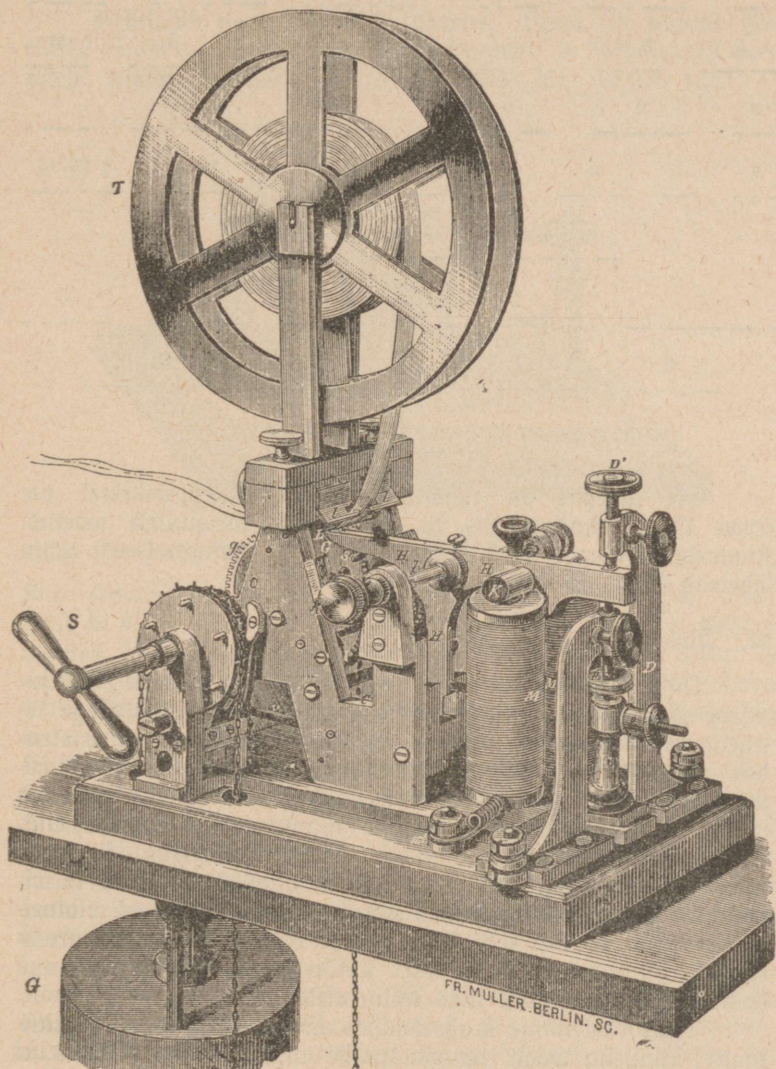


63. Morse wõti eht puudutaja.

on waseft, wõtme alus ja nupp G puust. Traat K wiib batarei ihe naba juurde, traat L teise jaama niisamasuguse wõtme osa L külge, traat E elektromagneti feerdude kaudu maa sisse. Harilikult seisab wõti niisugusel olekul, nagu seda joon. 63 kujutab — teisest jaamast traati L mööda tulew wool wõib L, B, b, v, c. n ja E kaudu elektromagneti feerdudest läbi minnes maa sisse sattuda, kuna kohaliku batarei wool lahusseiswate α ja a wahel katkenud on.

Morse wananenud kirjutuse aparaati kujutab 64. joon. Tema üksikud osad paistawad paremine silma kui praeguse aja Morse kirjutuseaparaatides: wiimaste paberilindi ratas T ei seisa mitte ülewal, nagu siin, waid aparadi all, ja paberilindi läbi tõmbawat wärki ei panda mitte üleskäänatawa pommi G abil

käima, nagu siin, vaid üleskäänatava vedru abil. Muud osad on ühtlased: elektromagnetid M M, kirjutusefang H H, mis end wõlli b ümber lasseb keerata jne. Ruda kirjutuseaparati töötab, see selgus 62. joon. waatlemisest.



64. Morse kirjutuseaparati.

Morse tähestik on lühematest ehk pikematest kriipsudest järgmisel viisil kokku seatud:

a	ä (a)	b	c (u)	d	e	f
g	h (x)	i	j (ü)	l	l	m
n	o	ö (y)	p	q (ш)	r	
s	t	u	ü (w)	v (ж)	w	z (z, s)
		ы (и)	ь (э)	ш (ш)		
1	2	3	4	5		
6	7	8	9			
		0				

See tähestik on rahwuswahelisel kokkuleppimiseel üle terve ilma, muidugi siis ka Wenemaal, tarwitusele wõetud. Klamrites seisawad need Wene tähed, mis ladinakeelsetest lahku lähawad (näit. on Ladina v Wene ж).

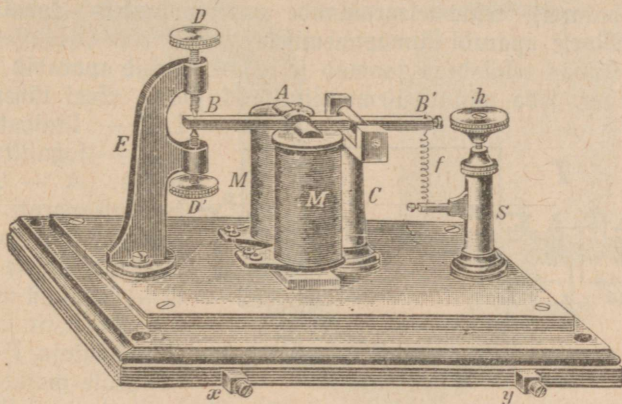
20. Relais.

On mõlematel jaamadel oma puudutaja, batarei ja kirjutuseaparad olemas, siis wõiwad nad Morse kirjas üksteisega telegrammisi wahetada. Sellejuures tuleb aga järgmine raskendus awalikuks. Teatawaste tarwitawad kirjutuseaparadi elektromagnetid ankrud korralikuks külgetõmbamiseks kaunis tugewat woolu. Jaamadewahelise kauguse suurenemisega kaswab muidugi ka jaamadewahelise traadi elektriline takistus, ja mida suurem takistus on, seda enam piame galwanielementi tarwitama, et wastuwõtmisejaamas paraja tugevusega wool elektromagnetite keerdudest läbi käiks. Dige pika maa taha telegrafeerimiseks piaktime siis liiga suurt batareid tarwitama, mis aga hästi tülikas ja ühtlasi liiga kallis oleks.

Selle raskenduse ärahoidmiseks arwas Wheatstone (huits-toon) esimisena väga terawmõttelise abinõu wälja. Tema ei lase woolu, mis terwest jaamadewahelisest juhist läbi käib, mitte otsekohe Morse aparadi elektromagnetisi sünnitada, waid paneb

felle woolu ühe teise elektromagneti ümber käima, mille ankur ainult vähekeksi pruugib liikuda, et kohaliku batarei woolu ühendada, mis Morse aparadi omapoolt tegewusele paneb. Niisugust aparati nimetatakse relais (rölee = etterakendus).

Relais'id on mitmetseelsti olemas. Joon. 65 kujutab harilikku relais'd. Selle relais elektromagneti M M paljudest peenise traadi feerdudest — neid on 7000 kuni 10 000 tükki —



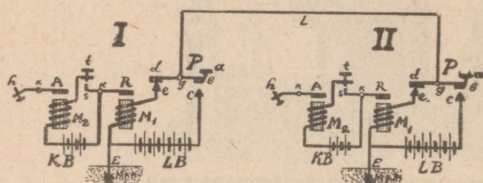
65. Relais (etterakendus).

käib eemalolewa jaama telegraferimisewool läbi. See wool wõib ka väga nõrk olla, aga ikkagi mõjub ta niipalju, et elektromagnet M M anku A natukene oma poole tõmbab. Ankur A on kangikese B B' külge kinnitatud, mida jala c sees olewa wõlli ümber wõib keerata. Kõige pisemal anku külgetõmbamisel rõhub kangi ots B kruwi D' otsa wastu, misläbi iseäralise kohaliku batarei wool jooksmata hakkab. D' on metallist, kuna ülemise kruwi D otsa tükkide elewandilind eraldawalt katab. Iseäralise batarei wool läheb wastuwõtmisejaamas x juurest sisse, sealt tungib ta sambakese E kaudu kruwi D' otsasse, ja kui B piaks D' külge puutama, woolab ta B B', wedru f ja sambakese S kaudu y juurde, kust ta Morse aparadi elektromagneti feerdudest läbimindes batarei — naba juurde tagasi tuleb. Selle juures töötab muudugi Morse aparat. Nõnda ei pane mitte eemalt tulew wool ise otsakohe Morse aparati käima, waid ta ühendab ainult wastuwõtmisejaamas iseäralise batarei woolu, mis omaltpoolt Morse magneti tegewusele kutsub. Niipea kui teisest jaamast tulew wool (liiniwool) lõpeb, tõuseb kangikese B B' wedru f tõmbel D' pealt ulesse ja tuetab ennast eraldatud D

otsafest wastu. Bedru l põnewust wõib kruwi h abil tarwilisel wiisil regulerida ja ühtlasi selleläbi ankru ja magnetinabade faugust korraldada.

Relais'd tarwitusele wõttes ei takista enam jaamade suur faugus telegraferimist, sest et õige nõrgakesest woolust juba küllalt on, et kohaliku batarei woolu ühendada ja sellega Morse aparati käima panna. Relais'd tarwitades piab aga igas jaamas kaks isefugust batareid olema: üks telegraferimise jaoks (liini batarei), teine telegrammide wastuwõtmiseks (kohalik batarei Morse aparadi käimapanemiseks).

Rudas relaisdega jaamad ja nende üffikud aparadid ühendatud on, seda näitab ülewaatlikult 66. joon. Seal tähendab:



66. Relais'dega jaamade ja nende üffikute aparaiide kawalik ühendus.

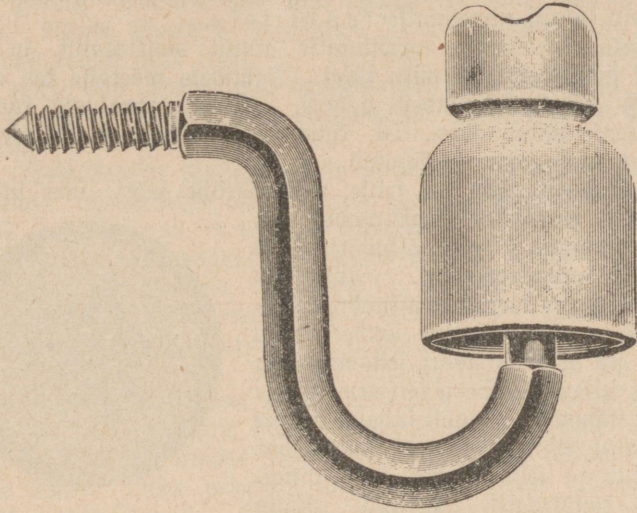
nii et b ja c üksteist puudutawad, siis läheb liinibatarei II wool c b g ja jaamade ühendaja traadi L kaudu jaama I puudutaja juurde, kust ta g d e kaudu (sest et puudutaja I mitte maha ei ole wajutatud) relais magneti M_1 keerdudest läbi minnes maa sisse sattub. Sellejuures tõmbab magnet M_1 relais I ankru R enese poole, misläbi kohaliku batarei K B wool s ja t juures ja elektromagneti M_2 keerdude kaudu ühendatakse, ja sellega ühtlasi hakkab ka Morse aparadi I tegewus peale.

21. Maisamaa juhid ja nende kaablid.

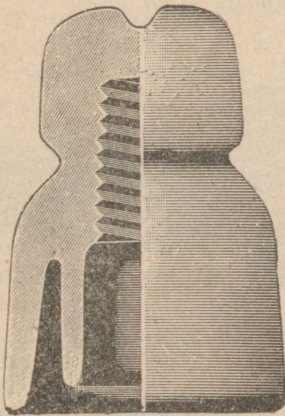
Raht maisamaa jaama wõib kas maapealse ehk maaaluse juhiga ühendada. Maapealseks juhiks tarwitatakse raud- ehk siliciumbrongstraati, mille läbimõet 4 wõi 5 millimeetrit on. Muidugi piab liinitraat maast ära eraldatud olema ja ühtlasi elektrit hästi juhtima. Nagu igaiüks on tähele pannud, on paljas liinitraat portselaniist potikeste külge finnitatud, mis puust tulpade sisse kruwitud raudkonksude otsas seisawad, nagu seda 67. joon. kujutab. Joon. 68 näitab sedama portselaniist potikest üffinda. Joonistuse parem pool kujutab potikese wälimust, kuna pahem pool potikese sisemist ehitust läbilõikes näitab.

Joon. 69 kujutab iselaadilist telegrafipotikest, mis seal tarvitusele tuleb, kus palju telegrafitraatide ühede ja samade postide külge finnitatakse.

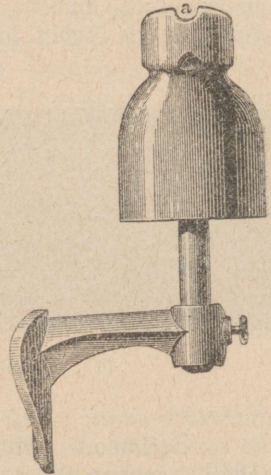
Teatawaste on portselan hea elektrerialdaja.



67. Portselanist telegrafipotike tulba sisse kruwitawa konksu otsas.



68. Telegrafipotikese läbilõige ja wälimus.

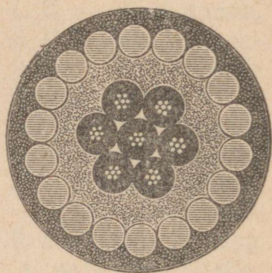


69. Telegrafipotike metallist liistu külge kruwitawa alusega.

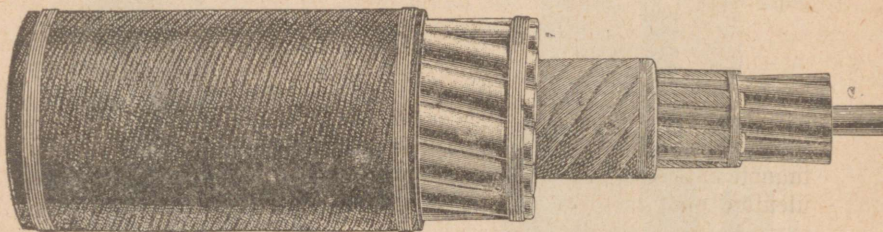
Sulga raskem on jaamasi maaaluste juhtidega ühendada. Niiugusel korral peab traatisi kas niiske maa sisse ehk wette panema ja sellejuures neid hästi eraldama ning wälimate wigastuste wastu kaitsema. Sellepärast tuleb traatisi eraldama ja wastupanewa materjaliga ümbritseda. Sarnase otstarbe kohaseid juhtisi nimetatakse kaabliteks.

Kaablite jaoks tarwitatakse ainult wasttraatisi, ja ühe kaabli sisse asetatakse mitu juhti. Juhtideks wõetakse kas wasttraatisi ehk wasekiududest nõõrifi. Saksamaa maaaluste kaablite läbilõiget näitab joon. 70, kuna nende wälimust ja sifemuse üksikuid osafi joon. 71 kujutab.

Selles kaablis on seitse wastnõõrilist juhti, mis üksikult seitsmest peenikesest wasttraadist on kokku käänatud. Iga wastnõõri piirab eraldaja guttapercha-kest. Niiugusid guttaperchaga kaetud wastnõõrifi käänatakse omakord ükssteise ümber kõiaks kokku, nii et kuus nõõri seitsmendemä ümber seifawad. Seda kõiit nimetatakse kaabli sūdameks. Kaabli sūdame ümber on kahel kihil tõrwatud kanepinõõr punutud ja selle ümber kord tsingitatud raudtraatisi mäsitud. Niiud kaetakse terve kaabel asfaldi korräga ja selle peale punutakse tõrwatud kanepinõõrist kord ümber. Joon. 71 kujutab sedawiisi eraldatud ja kindlustatud kaablit lahtilõigatud sifemiste osadega.



70. Kaabli läbilõige.



71. Kaabli wälimust ja sifemiste üksikud osad.

Saksamaal tekkisid esimesed telegrafiasutused 1830. a. 1843. aastaga alates, kui Morse oma telegrafaparadi täieste wälja oli töötanud, hakkas telegraf ülikireste igalpool laiali

lagunema, nõnda et kümnekonna aasta pärast igal maal terve telegrafiwõrk tekkis.

Juba 1843. a. hakkas Wheatstone (huitstoon) esimisena selle üle pead murdma, kuida telegrafijuhtisi merepõhja mööda läbi panna. Lühikese maa peal saadigi see mõte warsti teuks teha. Nõnda ühendati Inglismaa Jirimaaga mere põhja mööda pandud kaabli abil 1852. a. Pikemate kaablite panemise juures, näit. läbi Wahemere, kaswasiwad raskused hulga suuremaks, sest et kaabel mere sügawusesse wajudes wäga kergeste kattes.

Tehnikaliselt tõusis tähtsaks ülesandeks Europa ja Amerika kaabliga ühendamine läbi Atlandi okeani. Esimesed katsed, mis 1857. a. algasiwad, ei tahtnud õnnestada. Nõnda hakati nimetatud aasta 6. augustil Jirimaalt kaablit merepõhja mööda Amerika poole panema, aga juba 11. augustil kattes kaabel 70 penikoormat rannast eemal. Kõik, mis endisite kaablite panemise juures oli ära katsutud ja tundma õpitud, seda peeti hooliga filmas, ja 1858. a. tehti uueste katset, kuid üks kaabel kattes jällegi, kuna teine warsti rikki läks. Alles 1864. a. saadi 600 penikoorma pikkuse kaabli panemisega õnnelikult walmis, kuni ta 1865. a. umbes 250 penikoormat Jiri kaldalt kaugel jälle kattes. Seda panemist toimetas kaablilaew „Great Eastern“ (greet iistern). Wiimaks ometi saadi järgmisel 1866. a. uue kaabli panemisega korda, mis mõnest wigasaamisest hoolimata meiepäiwini on töötanud. Ühtlasi õngitses „Great Eastern“ ka 1865. a. kaabli merepõhjast wälja ja parandas selle wigastused ära, nõnda et nüüd ühe korraga kats kaabliühendust Europa ja Amerika wahel telegrammide saatmiseks tegewusele astusiwad. Tänapäiwil köidab Europat Amerikaga 18 kaabliühendust. Mõne aasta jooksul ühendati pea kõik haritud ilma meretagused osad kaablitega. Kaugelenägewa politika mõjul oskas Inglismaa pea kõik kaabliwõrgud oma walwe alla wõtta, sest et enam jagu kaabliisi Inglise attsiaseltside omandus on. Kaabliwõrgu peremehena wõib aga Inglismaa igaford meretaguste politiliste sefelduste korral mõjukalt kaasa rääkida ja seega üleüldse oma mõju ja wõimu kindlustada.

22. Telefon.

Ruigi telegraf kiire läbikäimise tarbet sõnumitesaatmisel kauge maa taha kawa ja hästi täitis, siiski tuli sellejuures wahemehi tarwitada, sest et sõnu pidi esteks telegrafimärkideks ja neid jällegi sõnadeks ümber muutma. Wiimast puudust wõidi

aga telefoni väljamõteldusega eemale tõrjuda, sest et telefon ei tarwita teadetesaatmisel enam wahemehti, iseäralise wõi ka hari-liku kirja kujul, waid ta saadab otsekohe kõnet kuuldawalt kau-gele ja kannab samati kaugel kõneldud sõnad kuuldawalt meie kõrwu. Nõnda täidab telefon kaugelekõneleja ja kaugelekuulaja kohusid korraga.

Rui seda filmas piame, missugufeks suurepäraliseks läbi-käimise-abinõuks telefon lühikese ajaga inimesesoole tõusis, siis tuleb seda aparati waimurikkamaks väljamõtelduseks pidada kui ühtgi teist, mida füüsika tunneb, seda enam, et ta oma ehituse poolest ülilihne on. Telefoni mõtles ameriklane Graham Bell wälja.

Telefoni ülesandeks on häälesi ja sõnu elektri abil kaugema tahta edasi kanda, nii et neid seal kuulda wõib. Sääled ei ole aga muud midagi kui häälitsewa keha wärstused, seega teatawat seltsi liigutused. Häälte edasikandmise ülesandeks on siis wärisewad liigutusi elektrilisel teel edasi kanda. Sel otstarbel tuleb teatawas kohas wõi jaamas mõnda keha kiireste wärisewasse olekusse panna, kusjuures wärisewad liigutused elektriwoolusi sünnitawad, mis traati mööda teise jaama jooksewad. Seal piawad need woolud uueste niisamasuguseid wärisewad liigutusi sünnitama, seega niisamasugusteks häälteks muutuma, nagu esimisesgi jaamas kuulda oli.

Ruda Bell selle ülesande kõige lihtsamate abinõudega ära otfustas, seda wõime ülewaatliku 72. joon. najal enesele selgeste ette kujutada.



72. Telefoni põhjusmõte.

Meil on waja ainult Faraday poolt üles leitud magneto-induktsiooni meelde tuletada, mille põhjal magneti tugewuse ehk seisukorra iga wähem kui muudatus magneti lähedusel olewas traadiringis induktsiooniwoolu wälja kutsub. Induktsiooniwoolud

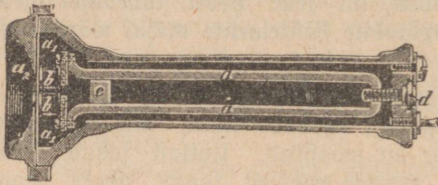
tekiwad isegi siis traadipoolis, kui selle pooli lähedusel olew magnetiks muutunud raudplaadife häälelaente mõjul wärisewalt wõnkuma hakkab.

Kujutus nr 72 tähendawad NS ja $N_1 S_1$ alalisi teras-magnetisi. Mõlemaid magnetisi ühendab traat, mis kummagi põhjanaba N ja N_1 ümber on mäsitud. Ühtlasi seisab kummagi põhjanaba N ja N_1 wastas pehmest rauast õhuke plaadife, mida ääri mööda finnitatult piame ette kujutama. Nende plaadifeste magneti poole pööratud küljes tekib magneti mõjul lõunanaba S ja S_1 .

Kui me nüüd, näit. käega ühe plaadifeste peale magneti poole minewal sihil wajutame, siis läheneb selle lõunanaba magnetile ja ühtlasi wiimase ümbritsewale traadipoolile. Järeldusena tekib sellesse poolisse induktzioniwool, mis traati mööda teise magneti juurde ja selle põhjanaba N_1 ümber nooltega tähendatud teel käib. See wool suurendab põhjanaba N_1 tugewust, sest et ta põhjanaba sünnitawal sihil ümber käib (magnet $N_1 S_1$ põhjanaba poolt waadates on woolu siht kellanäitajate keeramise sihile wastupidine — wastupäewa. N_1 tõmbab siis oma kaswanud tugewuse tõttu plaadifest S_1 wähe enese poole. Sellest wõime järeldada:

Kui me plaadifest S magneti põhjanabale N wähe lähendame, siis läheneb sünnitatud induktzioniwoolu mõjul selsamal filmapilgul ka plaadife S' põhjanabale N_1 ; piaks aga plaadife S wähe põhjanabast N eemale taganema, siis teeb sedasama induktzioniwoolu mõjul ka plaadife S' . Plaadifeste S wastu rääkides paneme selle õige wähe liifuma wõi wärisewalt wõnkuma. Iga wäristus tekitab oma induktzioniwoolu, mille mõjul teine plaadife sedasama wäristust kordab ja selleläbi õhusamati wärisema paneb, mis häältena meie kõrwu ulatab. Sedawiisi wõime plaadifeste S' juures kuulda, mida S wastu kõneldatakse.

Telefon ongi niisugusel kawal ehitatud. Muidugi wõib pulgasarnase magneti asemel hobuserauakujulist tarwitada. Joon. 73 näitab meile harilikku telefoni sisemist ehitust. Seal on puust ümbriku sisse hobuserauakujuline magnet paigutatud. Wiimase nabade külge on rauast jatkud, nõndanimetatud $n a b a = k i n g a d a_1 a_1$ finnitatud, mis üksteise lähedusel seisawad ja enese ümber traadipoolisi kannawad. Traadipoolid seisawad teineteisega kohalises ühenduses, nõnda et nad nende sees käiwate induktzioniwoolude mõjul magneti $a a$ tugewust üheskoos kas suurendawad ehk kahandawad. Hobuserauakujulist magneti



73. Telefoni sisemine ehitus.

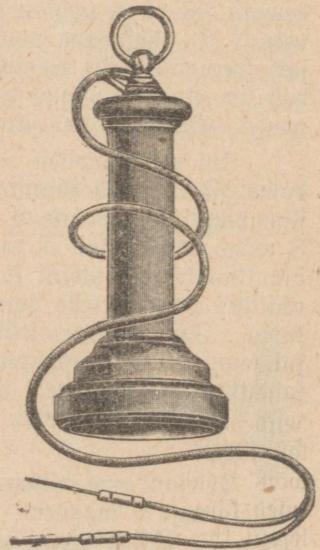
tud, ja seisab väikese trehtrisarnase õensuse põhjas. Õensusesse rääkides löövad häälelaened vastu membranet, panewad wiimase wärisele, ja wäristuste läbi sünnitatud induktiooniwoolud mõjuwad teises jaamas olewa telefoni membrane peale nõnda wiisi, et see niisamasuguseid wäristusi kordab. Sedawiisi võib teises jaamas telefoni vastu kõrwa hoides kuulda, mida esimeses jaamas telefonisse kõneldakse.

Joon. 74 näitab niisuguse telefoni wälimust, mille läbilõiget 73. joon. kujutab. Induktioonipoolide traadi otsad tulewad puust ümbriku ülemisest otsast kahe nõõri sees wälja, mida ümberkäimise hõlpsuse pärast üheks nõõriks kokku palmitakse, kuna allpool mõlemad traadi otsad jällegi lahus näha on. Mõlemaid otsasi pikendatakse wahela jattatud juhtide abil kuni teise jaamani, kus neid niisamasuguse telefoni induktioonipoolide traadi otsade külge kinnitatakse, nii et mõlemad telefonid 72. joon. kujutatud kawa järel ühenduses seisawad. Nüüd võib kumbagi telefoni kõnelemiseks ja kuulamiseks tarwitada.

23. Mikrofon.

Telefon kordab teises jaamas kõneldud sõnu selgel häälel ja isegi õigel häälekõlal; ainult hääletugevus on wastuwõtmisejaamas hulga nõrgem kui kõnelemisejaamas. Ja teisiti ei wõi see olagi: kõneldes paneme õhuosakesed liikuma, need sünnitawad wäristusi, mis omakord telefoni plaadisele wõi membrane

wõib kruwi d abil raudplaadifesele a_2 kas lähemale ehk kaugemale seadida, sellejärele, misuguses seisukorras telefon kõige paremine töötab. Raudplaadife on ümberringi ääripidi puust ümbriku külge kinnita-



74. Telefoni wälimust.

wärifema panewad. Wiimase wäristused on igatahes nõrgemad, kui kõnelemise läbi sünnitatud õhuosakeste wäristused, sest et membrane peale ei wõi mitte kõik häälelaened sattuda. Neid wäristusi elektriwooludeks ja wiimaseid wastuwõtmisejaamas jällegi membrane wäristusteks ümber muutes läheb uueste hulk jõudu wahelt kaduma. Nii mitmete ümbermuutuste ja jõukautuste järele piab siis wastuwõtmisejaamas tingimata palju nõrgem hääle telefonis kuuldawale tulema, kui see kõnelemisejaamas oli. Sellepärast oleks pika maa taha kõnelemine päris wõimata, kui mitte iseäralikka abinõusi tarwitusele ei wõetaks.

Ameriklane Hughes (juus) mõtlesgi kaugele telefonerimise jaoks abinõu välja. Seda nimetatakse mikrofoniks.

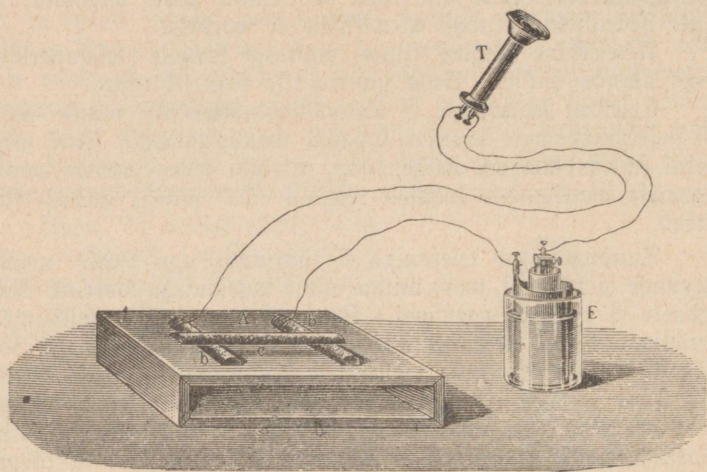
Telefoni tegewuseks ei ole põhjusemõttelikult muud waja, kui sissekõneldawate toonide kohaselt woolutugewust kiirel järjekorral suurendada ehk vähendada, mis läbi teises jaamas woolutugewuse wankumiste kohaselt telefoni abil jällegi hääled sünnivad.

Lundmaõpitud telefoniga ei sünnitata aga mitte woolutugewuse wankumisi, waid mitmesuguse tugewusega woolusi. Nähtawaste ei ole seda tarwisgi. On meil aga näit. galwanielemendiwool juba käepärast, siis pruugime ainult sõnade ja toonide läbi woolutugewuse wankumisi sünnitada ja neid wankumisi teises jaamas olewa telefoni abil sõnadeks ümber muuta. Selle otstarbe kätteasaamiseks ongi Hughes'i mikrofon ehitatud. Woolutugewuse wankumisi tekitab mikrofon selle läbi, et süepulgad wõi süepõmerad üksteist muutliku rõhumisega puudutawad.

Nagu me teame, on süel kaunis suur takistus, mis aga rõhumise all õige suurel määral väheneb. Hughes'i mikrofoni põhjusemõte seisabgi selles, et kaks süepulka, mis teineteist puudutawad ja woolu läbi lasewad, häälelaente mõjul kord tihedamalt, kord lahedamalt üksteist puudutawad, ja selle järeldusel nendewahelise takistuse rõhumise kohaselt muudawad, seega ühtlasi läbiminea woolutugewuse wankuma panewad. Kergeste wõib tõendada, kuida süepulkade õige õrnad rõhumise muudatused kaunis suuri woolu wankumisi sünnitawad ja selle läbi telefoni kõwaste häälitsema panewad. Joon. 75 kujutab üht selle otstarbelist sisseaadlust. Seal tähendab: T — telefoni, E — elementi, A — puust kõlakastikest, b bc — süepulkasi. Elemendi wool läheb süepulga b sisse, sealt põigiti peale pandud süepulga c kaudu teise, alumise pulga b sisse, kust ta telefoni kaudu jällegi elemendi juurde tagasi woolab.

Niikaua, kui süepulgake c rahulikult mõlemate pulgakeste b b peal seisab, ei ole telefonis muidugi midagi kuulda, sest et

woolutugewus muutmata jääb. Aga juba kõige vähem *c* liigutus, näit. kärbse käimine kastikese *A* kaanel, sünnitab sedawõrd woolutugewuse wankumisi, et telefonis kõwa kahinat kuuleme. Kahin sünnib selleläbi, et woolu wankumistel telefoni magnetkiirel järjekorral kord kõweneb, kord nõrgeneb, misläbi hääle-membrane (plaadike) kahinat sünnitades kiireste edasi tagasi heljub. Kui me kastikese *A* kaane wastu kõneleme, siis wõime telefonis sedafama kõnet kuulda, ka siis, kui ta meist mitme



75. Mikrofoni ehituse ja tegewuse kawa.

wersta kaugusel seisab: puust kaan hakkab kõnelemise hääle kohaselt kaasa kajama, s. o. häälekohase kiiruse ja tugewusega edasi tagasi heljuma, kusjuures ka süepulkade wastastikkune rõhumine hääle kohaselt woolutugewuse wankumisi sünnitab, mis traatisi mööda eemalolewast telefonist läbi woolates selle kõnelema panewad.

Praegufirjeldatud woolutugewuse wankumiste sünnitajat abinõu nimetatakse mikrofoniks.

Mikrofon wõib muidugi ühes jaamas, telefon teises jaamas olla.

24. Belli ja Hughes'i süsteemi wahc.

Belli ja Hughes'i wiisi telefonerimised lähewad kahe asja poolest lahku. Belli telefonerimisel tarwitatakse kaht ühesugust aparati, ja kumbagi rääkimiseks ja kuulamiseks. Nõnda on seal

niihästi saatja (wõi transmitter) kui ka wastuwõtja lihtsad telefonid.

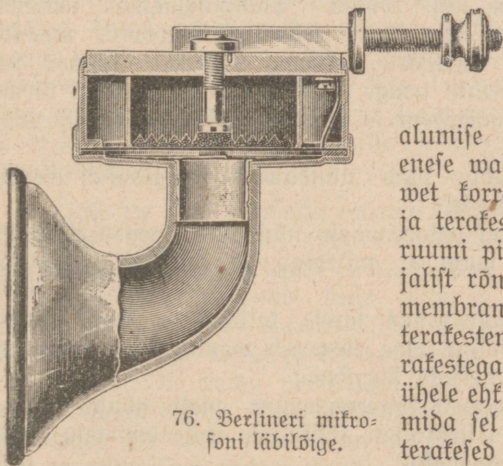
Hughes'i telefonerimise sisseadluses ei ole saatjaks mitte telefon, waid praegu tundma õpitud mikrofon. Teine wahe seisab selles, et Belli telefon ühtegi elementi ei tarwita, sest et saatjas telefonis rääkimise läbi sünnitatud indukttsioniwoolud wastuwõtmise telefoni tegewusele panewad.

Hughes'i sisseadluses käib elemendiwool rääkimise ajal läbi mikrofoni. Rääkides paneme ainult ringiwoolawa woolu- tugewuse wankuma, s.o. me kõwendame ehk nõrgendame teata- wal wiisil olewa woolu tugewust.

25. Berlineri mikrofon.

Mida rohkem liikuwaid külgepuutumise punktisi mikrofoni süte wahel on, seda suuremaid wooluwankumisi wõime kõnele- des sünnitada ja seda kõwemaid häáli edasi saata ehk ka seda kaugema maa taha kõnelda. Sellepärast hakati wiimasel ajal niisugusid mikrofonisi walmistama, mis rohkearwulistest süetera- festest koos seisawad. Carnaste terafeste-mikrofonide juures piab aga selle eest hoolt kantama, et üksikud terafesed mitte ühte panka ei lähe.

Terafeste mikrofonidest hakati kõige esiteks nõndanimetat- tud Berlineri transmitteri laialt tarwitama. Selle mikrofoni läbilõiget kujutab 76. joon. Süeterafesed, mis ise-



76. Berlineri mikro-
foni läbilõige.

äraltiselt on wal-
mistatud, seisawad
kitsas waheruumis,
mida süest kõla-
membrane (plaa-
dife) ja sabilise

alumise poolega süeplofike
enehe wahela jätawad. Ter-
wet korraldust, s.o. plofikest
ja terafestega täidetud waha-
ruumi piirab pehmest mater-
jalist rõngas, mis kuni kõla-
membraneni ulatab. Teistes
terafestemikrofonides wõib ter-
rafestega täidetud kapslit
ühele ehk teisele poole kää-
nata, mida sel otstarbel tehtakse, et
terafesed mitte ühte panka ei
lööks.

26. Telefoni ühenduste korraldus.

Telefonerimise jaoks piab kummasgi jaamas telefon ja mikrofon olema. Muidugi teada piab siis ka jaamasi ja jaamades olemaid aparatsi otstarbekohaselt ühendama, et võimalik oleks ühel ajal kõnelda ja teises jaamas aetawat juttu kuulata. Nimelt tuleb saatmisejaamas elemendiwoolu läbi mikrofoni ja siis läbi induktсионiesipooli saata (w. I, 23, 24). Induktсионiwoolud, mis induktioniteisendpoolis selle juures tekiwad, lastakse jaamadewahelist juhti mööda teise jaama woolata ja seal läbi telefoni käia. Ühendus on siis sedawiisi korraldatud, et igas jaamas elemendiwool läbi mikrofoni ja induktioniesipooli käib, kuna mõlemate jaamade telefonid ja nende kaasas käiwad induktioniteisendpoolid juhi abil järjestikku ühenduses seisawad.

Galwanielementidena pruugitakse mikrofoniwoolu sünnitamiseks harilikka Leclanché elementisi, mis parasjagu tugewad, wastupanewad ja odawad on. Kui telefoni ja mikrofoni ei tarwitata, siis on muidugi kasulikum seks ajaks elemendiwoolu katkendada, sest et ta muidu ruttu ja ilma kasuta ära kuluks. Seda toimetab otstarbeline automaatlik (iseendamiisi tegew) korraldus: kõnelemise lõpul riputatatakse telefon lihtsalt haagi otsa, mis läbi mikrofoniwool katkeb.

Mikrofoniwoolu katkendades seadime weel ühe teise ühenduse korda. Iga kõnelemise algul on waja tähelepanewat märki wastuwõtmisejaama saata, et seal teataks telefoni juurde tulla. Selle jaoks tarwitatakse telefoni siseseadlustes weel elektrikella, mis iseäralise batarei abil töötab. Saatmisejaamas teatawa nupu peale wajutades ühendame selle batareiwoolu, mis läbi wastuwõtmisejaamas elektrikell kõlisema hakkab. Niipea kui väljakutsutaw isik telefoni haagi otsast maha wõtab ja kõrwa juurde paneb, wõib mikrofonid ja telefoni abil läbirääkimist kohe alata.

Telefoni siseseadlus piab nõndawiisi korraldatud olema, et igal ajal võimalik oleks:

1) saatmisejaama batareiwoolu nõndawiisi wastuwõtmisejaama kõlistaja läbi saata, et mikrofon ja telefon wooluteelt kõrwale jääsiwad,

2) kõlistaja woolu soowi järele katkendada, aga ühtlasi kummagi jaama mikrofonid oma elemendi wooluga ja mõlemate jaamade telefonid üksteisega ühendada.

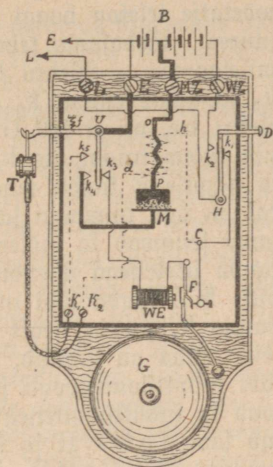
Nimetatud ühenduste toimepanemine piab nõnda lihtne olema, et igauks ilma iseäraliste füüsikaliste eelteadmisteta, nendega hõlpsaste walmis saaks.

27. Telefoni sisseadlus.

Joon. 77 kujutab meile väga sagedaste ettetulevat telefoni sisseadlust.

Seal on: T telefon, M mikrofon, op induktfioniesipool, dh induktfioniteifendpool, G kell, B batarei, U telefonihääk, D kõlistamisnupp, L liinijuhhi näpits, E maajuhhi näpits, MZ mikrofonibaterei—nabajuhhi näpits, WZ kõlistajabaterei—nabajuhhi näpits, k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 puudutajad, K_1, K_2 telefonijuhhi näpitsed.

Mõlemates jaamades ripub telefon T haagi otsas, mille wars kesspaigast õiges nurgas on painutatud. Wars lasseb ennast nurga U ümber keerata. Telefoni raskusel rõhub warre ots vastu puudutajat k_3 , kuna k_5 ja k_4 eraldatud olekus, s.o. haagi warrest lahus seisawad. Nupu D wars, mis samati õiges nurgas on painutatud, seisab harilikus olekus puudutajast k_2 lahus, rõhub aga ennast vastu k_1 . Jäme joon tähendab mikrofonibatarei woolu teed, mis miinus- (zingi-) naba juurest tulles näpitsse MZ kaudu läbi induktfioniesipooli op mikrofon M juurde ja sealt puudutaja k_4 juurde läheb. On telefon haagi otsast maha võetud (joon 78), siis puudutab haagi warre ots wedru f tõmbel puudutajat k_4 , ja mikrofon wool võib UE kaudu batarei plus- (+) naba juurde pääseda, seega ringi woolata. Peenemaa joonega on liini woolu tee L H k_1 C F k_3 UE ja täpilisega joonega telefoni woolu tee ära tähendatud.

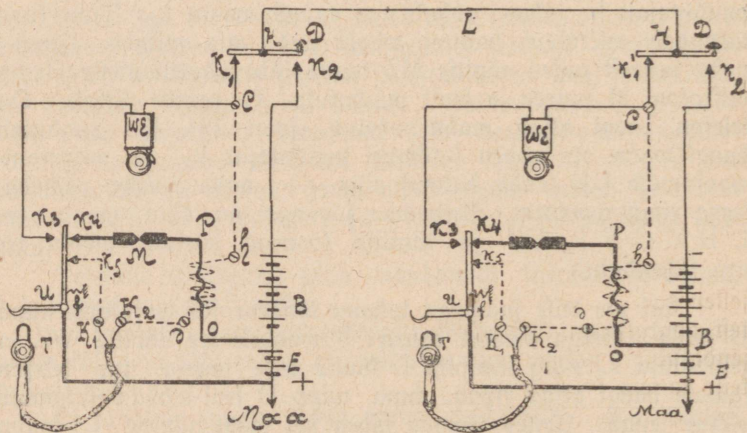


77. Telefoni sisseade.

Kui me teise jaamaga tahame kõnelda, siis vajutame nupu D peale. Seega awame batarei B woolule tee näpitsse WZ ja puudutaja k_2 ning liinijuhhi L kaudu teise jaama, kus telefon samate haagi otsas ripub, kuna nupp D seal mahawajutamata olekus seisab. Teises jaamas läheb siis wool näpitsse L kaudu üle H k_1 C sealse kõlistaja elektromagneti WE keerdudesse, kust wiimaks k_3 UE kaudu maaplaadi E sisse ja maa kaudu meie jaama tagasi tuleb. Saatmisejaamas nupu D peale vajutamisel kõliseb siis wastuwõtmisejaamas kell G, kuna sealsest telefonist ja mikrofonist ühtegi woolu läbi ei lähe, sest et nende

woolutee k_5 ja k_4 juures on katkendatud. Saatmisejaama oma kell ei wõi jälle mitte sellepärast kõlisesa hakata, et tema juurde minew tee nupu D wajutamise ajal k_1 juures on katkendatud.

Wastuwõtmisejaamas tuldatakse kõlina peale telefoni juurde, wõetakse telefon haagi otsast maha ja hoitakse kuulates kõrwa juures. Sedasama tehakse nupu D wajutamise järele ka saatmisejaamas. Wedru f tõmbel lahkeb warre ots puudutajast k_3 ja hoiab ennaft k_5 ja k_4 wastu. Seega katkeb k_5 juures elektri tee, nii et kell G enam kõliseda ei wõi, kuna jälle telefonist tulew traadi ots k_5 ja mikrofoni traadi ots k_4 warre U ja näpitse E kaudu maaga ühendusesse astub. Niisugusel korral on aga kummagi jaama mikrofoni woolu tee ühendatud, niisama seisawad ka mõlemate jaamade telefonid liinitraadi L kaudu üksteisega ühenduses: mikrofoni batarei wool läheb näpitse MZ kaudu läbi indukttsioniesipooli o p ja mikrofoni M puudutaja k_1 juurde, sealt UE kaudu maa sisse, kuhu ka batarei teine naba on juhitud. Seega wõib mikrofoni batarei wool läbi indukttsioniesipooli ja mikrofoni ringi woolata. Ühtlasi wõiwad ka indukttsioniteisendpoolis h d sünnitatud indukttsiooni woolud läbi d h C k_1 H ja liinijuhi L kaudu teise jaama sattuda, kus nad H k_1 C h d K_2 kaudu läbi telefoni minnes näpitse K_1 juurde ja sealt k_5 UE kaudu maa sisse lähewad. Wiimase



78. Rahe telefonijaama ühenduse korraldus

kaudu sattuwad nad saatmisejaama tagasi, kus EU k_5 K_1 T K_2 indukttsioniteisendpoolise uueste tagasi tulewad, et selsamal teel

ringi woolata. Kõnelemise ajal mikrofonist läbiminewad esiwoolud sünnitawad siis teisendwoolusi, mis praegufirjelbatud teel teise jaama sattuwad ja selle jaama telefoni saatmisejaama kõnelemist forduma panewad.

Jaamad oma üksikute aparatidega seisawad kõnelemise ajal niisuguses ühenduses, nagu seda 78. joonistus ülewaatlikult kujutab. Kummagi jaama üksikud ühenduse kohad on samade tähtedega ära tähendatud nagu 77. joonistusel. Mõlemates jaamades on telefon T haagi U otstast maha wõetud, mis läbi puudutajad k_4 ja k_5 maaga ühenduses seisawad. Selolewaid kirjeldusi filmas pidades, wõib igauks isegi selle joonistuse najal telefonerimise woolude käigust ilma pikema seletuseta aru saada.

Niisugusel jaamade siseseadluse korraldusel, nagu seda 78. joon. ülewaatlikult kujutab, wõiwad siis kummagi jaama üksikud aparadid iseseiswalt ja üksteist segamata töötada: kella kõlitemine ei mõju telefoni ega mikrofone tegewuse peale, kuna jutuaajamise ajal kella batariwool katkendatud on. Teise jaamaga ühendusesse astumiseks ei ole jälle muud waja, kui ainult kõlistamisenupu peale wajutada, telefon haagi otstast maha wõtta ja niikaua kõrwa ees hoida, kuni teisest jaamast wastatakse, ja siis lihtsalt mikrofone wastu rääkima hakata.

Parema kuulamise otstarbeks on harilikult igasse jaama kaks telefoni kõrwestikku ühenduses üles seatud, kummagi kõrwa jauks oma telefon.

Telefoni siseseadluses ettetulewad aparadid on enamiste ühtekokku kastikese sisse mahutatud, mis enesega terwet jaama esitabgi. Tarwilikud elemendid seisawad kas kastikese all ehk selle läheduses.

28. Kõlistamiskeinduktor.

Paljude elementide korraspidamine on igatahes tülikas, sellepärast tarwitatakse iseäralise kõlistamiskebatari asemel pisufest aparati, mille tegewus magnetindukttsioni peale on põhjendatud: wändast ümber ajades sünnitab aparat woolu, mis teise jaama kõlistaja tegewusele paneb.

29. Elementideta telefonid.

Suuremates linnades, kus mitu sada tuhat telefoni tegewusel on, seisawad tarwilikud galwanelemendid ühes keskjaamas koos. Niisugusel korral on igal telefonitellijal wõdi omanikul

ainult pisufe aparat seina küljes rippumas. Seda aparati, mida koondatud telefon, mikrofon ja kõlistaja sünnitavad, võime 79. kujutusel näha. See ongi üksik telefonijaam. Elemendid puuduvad seal täieste. Kastikese kohal näeme kõlistajat, kastikese kestpaigas mikrofoni, kuna telefon pahemal pool haagi otsas ripub. Mikrofoni võib kõneleja kasvu kohaselt käega lihtsalt lüütates kas kõrgemale ehk madalamale seadida.



79. Elementideta telefon.

fiis tuleks iga telefoni riisfe wiia.

30. Telefoni keskjaamad.

Sinnapaitades on telefonerimine nõndawiisi korraldatud, et iga üksiku aparadi abil võimalik on kõikide teiste aparatidega ühendusesse astuda. Ühendust seab korda keskjaam, kuhu kõikide telefonide juurest juhid kokku tulevad. Ilma keskjaamata piaksiwad aga kõik telefonid üksteisega otsekoheselt ühendusesse seisma, mis aga kole kallis tuleks ja ühtlasi päris võimata oleks: piaks linnas mitu sada tuhat telefoni olema, juurde mitu sada tuhat traati korter-

riisfe wiia. Ostarbekohaselt ei pruugi aga telefonil üle kahe traadi ollagi. Need traadid lähewad iga aparadi juurest keskjaama. Igal telefonil on oma number. Nupu peale wajutades teatame keskjaama, et kellegi aparadiga soowime ühendusesse astuda, ja kui keskjaamast märki antakse, et meid kuulatakse, siis ütleme soowitawa numbri, meie traadi otsad ühendatakse soowitawa telefonitraadi otsadega, ja kui seal telefoni juurde on tuldud, võib jutuajamine kohe alata.

Nii võib mõne minuti jooksul kolmes neljas paigas olemate inimestega telefoni abil läbi rääkida, kuigi need inimesed üksteisest mitu wersta eemal asuwad. Sellest selgub, kui ülilkaasulik telefon igapäewases läbikäimises, iseäranis ärielus on.

31. Sinnadewaheline telefoniühendus.

Uja jooksul läks korda ka õige kaugel olemate linnade wahel telefonilist läbikäimist toime panna. Nõnda võib Peterburi

ja Moskwa wahel, 600 wersta kaugusel, üksteisega selgeste kõnelda. New Yorgi ja Chicago wahel (1500 km) on ammugi telefon. Mõned Amerika linnawahelised telefoniühendused ulatavad üle 3000 km kauguse. Paar aastat tagasi mõtles üks Rootsi insener mikrofone välja, mille abil kergeste Stokholmist Pariisi wõis kõnelda. Arwatawaste ei ole aeg enam kaugel, kus ühest Europa nurgast teise wõime ladufaste juttu ajada. Suuremates linnades ja tähtsamates tööstifukeskpaikades on see juba praegugi wõimalik. Soome ja Rootsimaal, näit., wõib ilma suurema kuluta ja tülitu ükstatõik kust maanurgast kuhu tahes telefoniga kõnelda. Nimetatud maades on telefon iseäranis laialt tarwitusel.

IV.

Elektri põnewušenähtused.

1. Katkendatud wooluring.

Teatawaste wõib täieste ühendatud juhtide ringis galwani- ehk thermoelementide wool ringi joosta. Pehme raudpulk, mille ümber wool keeru käib, muutub magnetiks, kuna magnetinõelad ennast wooluteelt kõrwale pöörawad. Kui aga juhtidering mõnes kohas katkeb, kui juhise mõni eraldaja, näit. õhk, klaas ehk ebonit on sisse jattatud, siis lõpeb kohe elektriwoolamine ja sellega kaasasäiwad magnetlifsed tegewused, olgugi et wooluallik, nimelt galwani- ehk thermoelement ikkagi wooluringis seisab.

Kuigi woolu niisugusel korral märgata ei ole, siisgi wõib woolujuhtides iseäralisi nähtusi tähele panna, mida seal siis ei leita, kui wooluallik tähendatud katkendatud juhtideringis puudub. Katkendatud wooluringi iseäraljusi terawalt waadeldes paneme seal nähtusi tähele, mida lihidalt põnewušenähtusteks nimetame, sest et nad tõepoolest sellest elektrifuurusest olenewad, mida ülemal pool (w. II, 27—28) põnewuse nimega ära tähendafime.

2. Elektrisäde.

Neid nähtusi wõib iga galwani- ehk thermoelementi katkendatud wooluringis leida; nad tulewad aga terawamalt nähtawale ja lasewad endid ilma iseäraliste abinõudeta ära tunda, kui õige suurt põnewust waatlemise alla wõtame. Teatawaste saame aga seda suurema põnewuse, mida rohkem elementisi järjestikku ühenduses seisawad. Kui me näit. 100 galwanielementi järjestikku ühendame, kummagi lõpunaba külge woolujuhtiwa traadi kinnitame ja traatide wabasi otsasi üksteisele lähendama hakkame, siis hüppab umbes $\frac{1}{10}$ mm kaugusel olewate traatide otsade wahelt, seega enne nende wastastikku külgepuutumist, hele säde üle. Igatahes ei wõinud weel wool ringi joosta, sest et see alles siis sünnib, kui traadi otsad teineteise külge puutuwad. Wõtaksime aga 100 asemel 1000 elementi, mis samati järjestikku ühanduses seisawad, siis wõiksime juba palju suuremal nabatraatide otsade kaugusel niisamafugust heledat sädet

põnewusenähtuse tundemärgina tähele panna. Sellest selgub, et sädeme pikkus woolu põnewuse suurusega käsitäes käib.

3. Induktsiooni aparatsioon.

Galvanielementide abil on väga tiilikas. suurt põnewust, näit. 10 000 ehk 100 000 wolti põnewust sünnitada. 1000 Danielli elementi annawad kõigest 1100 woldi põnewusega woolu, aga kuipalju kulu, tüli ja waewa ei ole tuhande elemendi muretsemise ja korraspidamise juures! Suurema põnewuse saamiseks lähaks muidugi weel rohkem elementide tarwis, nii et sel teel kõrge põnewuse saamine peaaegu wõimata oleks.

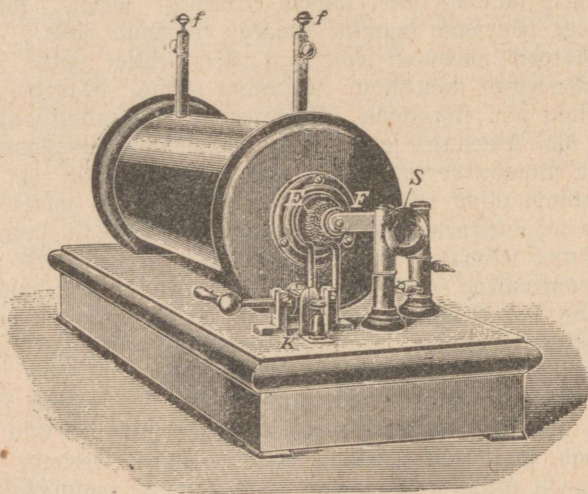
Kõrgeid põnewusi wõib aga päris lihtsal wiisil Faraday poolt ulesleitud induktsiooni tegewuse põhjal, iseäranis elektroinduktsiooni abil sünnitada. Teatawaste tekib induktsiooni-esipooli woolu igal katkemisel ja jatkamisel induktsiooni-teisendpooli igasse keerusse filmapilkne induktsiooni woolu tõuge. Kui aga teisendpooli traadi otsad mitte ühendatud ei ole, siis wõime nendes otstades woolupõnewusi tähele panna, mis esiwoolu igal muutmisel sinna tekiwad. Teisendpooli igasse keerusse tekib aga teataw põnewusega wool, ja et keerud järjestiku ühenduses seisawad, siis leidub lõpukeerdude otstades woolupõnewus, mille suurus üksikute keerdude woolupõnewuste summaaga ühesugune on. Mida rohkem keerdusi teisendpoolis on, seda kõrgema woolupõnewuse wõiwad nad sünnitada. Nii wõime siis õige kõrgeid põnewusi saada, mis 10 000 ehk koguni 100 000 woldini ulatawad, ja lihtsalt selleläbi, et õige suure keerdude arwuga teisendpooli tarwitusele wõtame. Nõndawiisi walmistatud aparatid nimetatakse induktsiooniaparatsioonideks. Et neid aga sagedaste elektrisädemete sünnitamiseks tarwitatakse, siis kannawad nad weel ka sädemeinduktorite nime.

Esiwoolu kiiret katkendamist ja jatkamist toimetab ka induktorite juures warem tundmaõpitud Rees'i haamer (w. III, 16 b). Siin nimetatakse teda katkendajaiks.

Induktsiooni tegewus ei sünni mitte üksi kaduwa ja tekiwa esiwoolu mõjul, waid weel ka selleläbi, et eespoolise kimp raudtraatide mahutatakse, mille ärkaw ja kaduw magnetismus omalt poolt teisendpooli induktsionitegewust hästi suurendab.

Zoonistus 80 esitab üht niisugust sädemeinduktorit. Esipooli raudtraatidest südant E näeme seal ühe otstaga wähe wäljapoole ulatawat. Esipool ei ole kuigi suur. Teda piirab hästi eraldaw ollus, mille peale õige paljudes keerdudes peenikesest traadist teisendpool on mäsitud. Teisendpooli traatide

otsad lõpewad metallist näpitsete f ja f^1 juures. Viimaseid nimetatakse induktorinabadeks. Ühiselt warjawad mõlemate poolide otsasi ebonidist tehtud sõõrid (täisringid), niisama on ka teisendpooli wälimine pind hästi eraldawa ollusega kaetud. Woolukattendaja F tuetab ennast wedru tõukel wastu terawust S . Kui aga esiwool jooksmata hakkab, tõmbab magnetiksmuutuwa esipooli raudsüda E wedru F enese poole, lahutab selle siis S küljest ära ja katkendab ühtlasi esiwoolu. Sädemefesed, mis

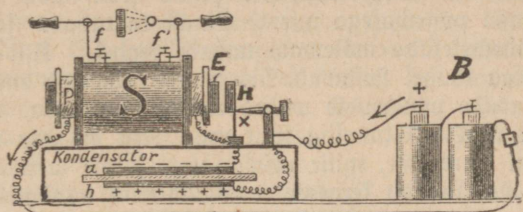


80. Sädemeinduktor.

wedru ja terawuse igal lahutamisel nähtawale tulewad, jõuwad aparadi tegewuse peale nõrgestawalt. Niisuguse nõrgestamise ärahoidmiseks ühendatakse niihästi wedru kui ka terawus hästi suure pinnalise tinapaberipoognaga, kumbgi muidugi oma lahus poognaga. Wedru ja terawuse tinapaberid seisawad üksteise peal, aga neid lahutab elektriliselt eraldaja parafineritud paber. Sarnane korraldus kannab kondensatori nime. Ta on induktori aluslaua sisse paigutatud. Kondensatori tegewust õpime pärastpoole tundma.

Ülewaatlikult kujutab sädemeinduktori sisemist ehitust joonistus nr 81. Seal on: P esipool, S teisendpool, f , f^1 tei-

sendpooli nabad, E esipooli raudtraadid, H woolukattendaja haamerife, X regulerimise kruwi terawus, a b kondensatori eraldatud tinapaberilehed.



81. Sädemeinduktori kawalik kokkuseade.

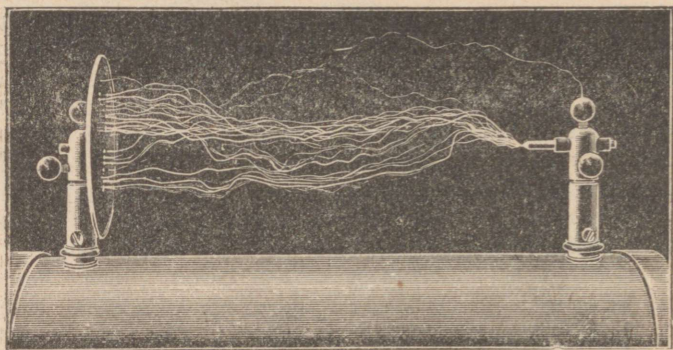
4. Sädeme hüppekaugus.

Induktsioniaparadid wõiwad ülikõrge põnewusega woolutõukeid sünnitada, ja nagu kergeste arwata annab, piawad need tõuked ühtelugu waheldawa sihiga olema. Sel põhjal on siis ka nabade f f' põnewused waheldawa suurusega: kord on ühe naba juures kõige kõrgem, teise juures kõige madalam aparadi põnewus, millele aga kohe ümberpööratud põnewuse seisuford järgneb: endise madala põnewuse asemele tekib kõrge, endise kõrge põnewuse asemele madal põnewus. Ja niisugune waheldus sünnib väga kiirel järjekorral, nimelt sellejärele, kui ruttu esiwoolu kattendatakse ja jatkatakse. Nagu katsetest selgub, on esiwoolu kattemisel induktsionipõnewus hulga kõrgem kui esiwoolu jatkamisel, sest et kattemise korral esiwoolu jooks kiireste lõpeb, kuna jatkates ta wõrdlemisi aeglaselt oma täie tugewuseni paisub. Sellepärast on siis ka induktori ühel nabal ifka kõrgem põnewus kui teisel. Nabade kõrgete põnewuste, õigem, suurte põnewuste wahede pärast tuleb filmatorikaw nähtus ühe naba juurest teise naba juurde hüppawa, helkiwa, praksatawa elektrisädeme kujul awalikuks. Kuna 100 galwanielemendi abil, nagu ülemaal pool nägime, ainult $\frac{1}{10}$ mm pikkuse sädeme saime sünnitada, wõib induktorite abil kergeste 1 cm, samuti 10 cm, 50 cm, koguni meetri pikkuseid ja isegi weelgi suuremaid elektrisädemeid ühe naba juurest teise hüppama panna.

Joonistus 82 kujutab meile sarnast elektrisädemetesadu, mis induktsioniaparadi nabade wahel esiwoolu kattendamise ajal heledaste helkides sätsub ja praksub.

Kõrge põnewuse rõhumise all murdub elektrialdaw õhufiht nabade wahel läbi, ja nende põnewuste wahel tasandab ennast ülehüppawa sädeme kujul, s. o. kui sädeme üle hüppab, leidub mõlemate nabade juures peaaegu ühesugune põnewus. Et aga ühe naba juures jalamaid jällegi kõrgem põnewus

esiwoolu mõjul tekib, siis püüab selle naba liig põnewus teise naba põnewusega uueste ennast tasandada ja sedawiisi heljub sädemetefadu mõlemate nabade wahel. Kui nabad teineteisest liiga kaugel seisawad, siis ei wõi sädemed enam üle hüpata, s.o. nabade põnewuste wahed ennast tasandada, sest et wahelolewa õhufihi takistus liig suur on. Kui me aga nabade külge traatifi kinnitame, mille otsasi soowi järele wõime üksteisele lähendada, siis on kergeste wõimalik neid nõndawiisi seadida, et sädemed igal põnewusewaha suurusel üle hüppawad. Mida suurem põnewus on, seda kaugemal wõiwad nabade otsad üksteisest seista, ilma et sädemete ülehüppamine pruugiks seisma jääda. Sellepärast wõib ümberpöördukt ka nabade kaugus, millal sädemed waewalt weel üle hüppawad, nõndanimetatud sädemed



82. Induktzioniaparadi elektrisädemed.

hüppekaugus, sünnitatud põnewuse mõduks ja tundemärgiks olla. Sel põhjal jautatakse induktzioniaparatiisi sädeme hüppekauguse järele salkadesse, kui 5, 10, 15 cm jne hüppekaugusega induktorite üle kõneldakse. Wõrdlemisi wäikesed ja lihtsad aparadid wõiwad juba 25 cm hüppekauguse anda. 1 m ja suurema hüppekaugusega aparatide juures teeb palju tüli kõrge põnewuse wastu parajalt kaitsewa eralduse walmistamine. Sellest hoolimata saawad meiepäiwil väga mitmed wabrikud ka niisuguste suurte induktorite walmistamisega hõlpsaste toime.

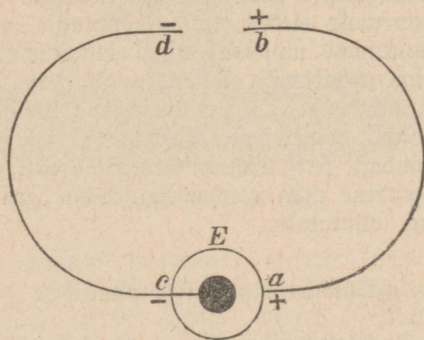
5. Elektronid.

Ragu nägime, wõib juba õhufe õhuforrake wäikestele põnewustele ärawõitmata takistuseks olla. Nabadewahelise paksema õhufihi läbimurdmiseks läheb siis muidugi väga kõrgeid

põnewusi tarwis. Oletame, et elektronid metallitraadi sees wäga kergeste liikuda wõiwad, kuna nad õhust suure raskusega läbi tungiwad. See näitab küll imelik olewat, et elektronid tihedast metallidest hõlpsamine läbi lähewad kui õredast ja kergeste heljuwast õhust. Pärastpoole katsume seda iseäralikku nähtust ära seletada. Olgu seletus misugune tahes, aga see jäeb ikkagi kindlaks, et elektriwool metallidest läbi läheb, aga õhust mitte; ainult paari millimeetri paksusest õhukorratesest wõib elekter alles mitmekümne tuhande woldi põnewusel läbi tungida.

Kui nüüd galwanibatarei wõi indukttsioniaparati käepärast on, mis elektrit woolama ajab, kuna jälle elektri wooluteel õhukorrates seisab, mis woolu jooksu takistab, nii et põnewused kummaldi pool õhu wahelihist ette astuwad, mis sünnib siis niisugusel korral elektronidega, mida me woolu olewuseseletuseks ette tõime?

Zoonistusel 83 tähendab E mõnda wooluallikat. Seal on positiwliste naba külge traat a b, negatiwliste naba külge traat c d kinnitatud, kuna b ja d wahel misgi eraldaja, näit. õhk seisab. Nähtawaste piawad elektronid traatidesse tihedalt kokku kogunema, sest et nad ei jaksa õhuhihist läbi tungida. Wooluallika positiwliste naba juurest



83. Katkendatud wooluring.

tungiwad positiwlistes elektronid traati a b mööda kuni õhuhihini, niisama tungiwad ka negatiwlistes elektronid wooluallika negatiwliste naba juurest traadi otsa d juurde. Mõnda piab siis traadil a b positiwlisti, traadil c d negatiwlisti elektronisi leiduma. Kas nad endid ükfinda põnewusenähtustena, tasandawa sädemena, awaldawad wõi annawad nad oma olemasolemisest weel millelgi teisel teel teada?

Ütleme: mõlemad traadid on elektriliselt täis laaditud, üks positiwlistelt, teine negatiwlistelt. Ehk: traadid sisaldawad teatawa kogu elektrit, üks positiwlist, teine negatiwlist kogu. Kummagi traadi elektri kogu on seda suurem, mida rohkem elektronisi traatides leidub. Seega on ühendamata batarei üks naba alati positiwlistelt, teine naba alati negatiwlistelt

elektriga täidetud. Eraldaja, mis mõlemate nabade vahel leidub, seisab just sellepärast teatava põnewuse all, sest et nimetatud elektrikogud tungil edasi püüavad joosta ja seega mõlemalt poolt eraldawa õhukihi peale rõhuvad.

6. Elektri sünnitamine õerumise läbi.

Niisuguseid põnewusenähtusi, nagu neid ühendamata elementid ja suurel määdul induktiooniaparadid sünnitawad, võib weel ka teisel teel esitada; pealegi tuetawad endid kõige wanemad elektriteadmised just sarnaste põnewusenähtuste peale. Nematad astuwad alati siis ette, kui wastupidise olekuga elektrikogusi misgi eraldaja lahutab.

Rumbagi seltsi elektronisi võib seega lahutada, et kaht isesugust eraldajat teineteise wastu õerutakse, näit. klaasi nahaga, ebonidipulka karwase naha poolega. See ongi inimesesoo kõige wanemaks elektri tundmaõppimise abinõuks olnud. Õerudes muutuwad mõlemad kehad elektriliseks, kusjuures üks positiivlist, teine negatiivlist elektrikogu sisaldab. Üteldatakse, et õerudes elektrit sünnitatakse. Öigem oleks aga ütelda, et õerudes kumbagi seltsi elektrit teineteisest lahutatakse, sest et meie arwamise järele kumbagi seltsi elekter, kumbagi seltsi elektronid igas kehas läbiõegamine juba olemas on, kuna õerudes neid ainult üksteisest ära lahutatakse.

7. Elektrisõrimine külge puutudes.

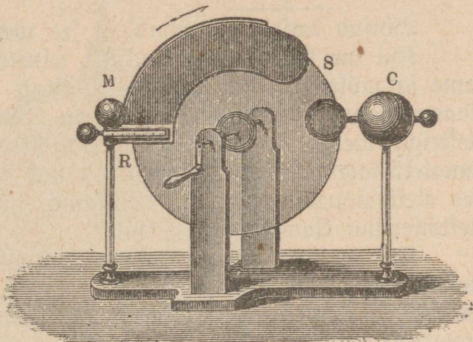
Elektri isõaralõsama omadusena ilmub see nähtus, et elektrita keha võib paljalt elektrilise keha külgepuudutamise läbi ka elektriliseks muutuda. Eraldajate juures saab seda ilma suurema takistusega ette wõtta. Metallide juures tuleb aga weel seda asjaolu silmas pidada, et elekter neid mõõda wabalt võib liikuda. Kui siis metallist keha mõnes kohas elektriliseks muutub, lautab end sinna kohta sattunud elektrikogu üle terve kehapinna laiali. On elektrijuhtiw keha hästi suur, siis piab külgepuudutamise läbi sellesse kehasse saadetud elektrikogu üle suure pinna laiali lagunema. Muidugi teada on siis ka selle keha iga üksik punkt elektriga õredalt laetud ja sellepärast on siis ka terve keha elektripõnewus wäga pisuke. Kui aga nimetatud elektrijuhtiw keha weel maaga ühenduses piaks seisma, mis omakorda elektrit hästi edasi juhib, siis laguneks tarwitusel olew elektrikogu ka üle maa laiali. Muidugi teada, et niisugusel korral elektri põnewust külgepuudutatud metallist asjas sugugi

märgata ei oleks. Niisuguse juhtumise kohta üteldakse, et elekter maa sisse juhitud, millega tähendada tahetakse, et teatawal juhil wõi eraldajal elektri põnewus puudub.

8. Elektriserimisemasinad.

Derumise teel wõib kehade elektriserimist niinimetatud elektriserimisemasinate abil wältawalt toimetada.

Niisugust masinat kujutab 84. joonistus. Klaasist ratast S aetakse seal wändast ümber, mis ratta telje külge on finnitatud. Ümberkeerates õerub end ratas kahe nahast padjakese wahel, mis tina-amalgamaga on kaetud. Derumise järeldufena sünnib klaasist rattale alaliselt positiwline elekter, õerumise patjadele jälle negatiwline elekter.



84. Elektriserimisemasiin.

Selle tarwis, et klaasrattale tekitatud positiwlist elektrit eraldatud juhi C peale üle kanda, tuleb wiimane kahe puust rõngaga nõnda ühendada, et klaasratas nende wahel weereb. Puust rõngad kannawad klaasratta poole pööratud küljes peenikesi nõelasi. Klaasratta ümbritsew õhk on niisama positiwlise elektriga laetud, ja sedawiisi kogub positiwline elekter juhtivate nõelafeste kaudu juhi C peale kokku. Wiimane on siis positiwliselt laetud. Derumise patjasi R ühendatakse teise juhiga M, mis eraldatud olekus on ehk maaga ühenduses seisab. Juht M on siis eraldatud olekus negatiwlise elektriga laetud.

9. Külgetõmbamine ja eemalelühkamine.

Kui kaks elektriga laetud keha üksteise lähedusel seisawad, siis mõjuwad nad nähtawaste iseäralise jõuga üksteise peale, ja kui kehad liikumise wõimaliselt seisawad, siis liiguwad nad nende jõudude läbi. Need liigutused ja liigutuste sünnitawad jõud tulewad sest, et elektronid ka ümbritsewa etheri peale mõjuwad (w. III, 14), nõnda et ühed elektronid etheri kaastegewusel teiste

elektronide peale kaudselt oma jõudu awaldawad. Nende jõude awaldamise seadused on juba ammuft saadik tuttawad.

Raks wastupidise elektriga laetud asja tõmbawad endid teineteisele ligi, kaks ühesuguse elektriga laetud asja liütkawad aga teineteist eemale.

Ehf :

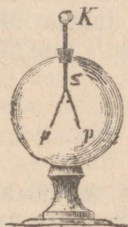
+	ja	—	tõmbawad	üksteist	ligi,
+	ja	+	} liütkawad	teineteist	eemale.
—	ja	—			

Sihtsad katsed näitawad, et see tõepoolest nõnda on.

Rui me kaks forgist kuulikest teineteise kõrwale üles riputame ja mõlemaid kuulikesi elektriseritud asjaga, näit. õerutud klaaspulgaga puudutame, siis on nad mõlemad ühesuguse elektriga laetud ja nad liütkawad üksteist eemale. Niisugust eemaleliütkawat seisuforda hoiawad nad senini alles, kuni nendes elektripõnewust leidub. Niisama hüppawad kuulikesed ka elektriseritud klaaspulgast eemale.

Rui me aga jellewastu üht kuulikest õerutud (positiwliselt elektriseritud) klaaspulgaga, teist kuulikest jälle õerutud (negatiwliselt elektriseritud) lakipulgaga puudutame, siis tõmbawad mõlemad kuulikesed üksteist tungil ligi.

Need jõud, mida elektriseritud kehad üksteise peale awaldawad, ei ole meie arwamise järele mitte tõsised kaugelemõjuwad jõud, waid nad tulewad sellest, et ether iga elektriseritud keha ümbruskonnas teatawa põnewusega wõi rõhuvusega oleku omandab. Olgu nende jõudude päris põhjus ka misjugune tahes, aga nad on alati olemas, ja neid wõib foguni ümberpöördukt kehade elektrilaengute äratundmiseks ja mõetmiseks tarwitada. Kõige lihtsama aparadina täidab seda otstarbet niinimetatud kuldlehekese elektroskoop, mida joonistus 85 kujutab.



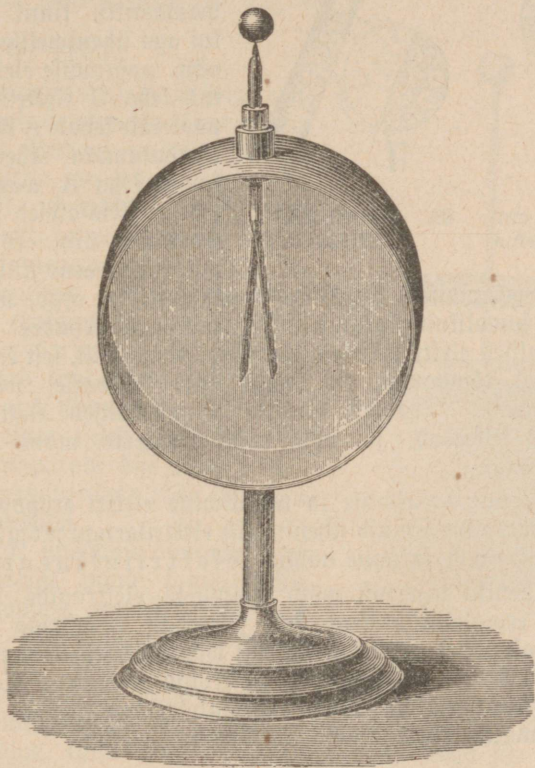
10. Elektroskoop.

Raks fergest kuldleheribakest pp kinnitatakse metallist pulgakese S külge, mille ülemises otsas niisama metallist kuulike K seisab. Ribakesed pp ripuwad seespool klaasist palli, kuna kuulike K wäljaspool seisab.

85. Elektroskop. Niipea kui kuulikest K misgi elektriseritud kehaga puudutatakse, laguneb elekter üle S ja pp laiali ja mõlemad lehekese lööwad harukile, sest et kummasgi lehekese ühesugune elekter asub. Lehekese harukilelõomise järele wõib otsustada, et kuulikese K külge puudutajal

kehale elektrit sees on. Kui külgepuudutawas kehas sugugi elektrit ei leidu, siis jääwad lehekeseid p p rahulikult üksteise kõrwale rippuma; kui aga nimetatud keha õige suurel põnewusel elektriga on laetud, siis lööwad lehekeseid sellekohaselt üksteisest wõimalikult kaugemale laiali.

Joon. 86 kujutab wähe teisendatud wälimusega elektrooskopi.



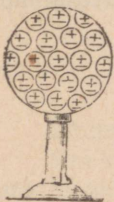
86. Elektrooskop.

11. Elektrii-influents.

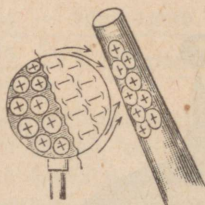
Elektriserituse keha wõib oma ümbruses olewates kehaades isegi ilma nende külge puutumata elektriserimist (elektriliseksetegemist) tekitada. Kui me näit. elektrooskopile mõnda õerutud klaasasja lähendame, siis lööwad lehekeseid seda enam laiali, mida lähemale elektriserituse asi tuleb, kuna wiimase eemalewiimisel

lehekeseid jällegi kokku langewad. Niisugust nähtust nimetatakse elektriinfluenttsaks (mõjumiseks).

Symmeri hüpoteese (ärasetamisekatse) järele on igas kehas positiivne ja negatiivne elekter ühel mõedul, aga erapooletus oleks laiali lautatud, nagu seda joon. 87 kawalikult



87. Elekter erapooletus oleks.



88. Elektriinfluenttsa nähtus.

fujutab: wastunimelised elektriosakesed hoiawad üksteist wastastikku finni. Niipea kui aga ühenimelise elektriga, näit. positiivlise elektriga laetud feha B elektriliselt erapooletule fehale A ilma külgepuudutamata läheneb, lahkuwad feha A wastunimelised elektriosakesed üksteisest sedawiisi ära, et feha B poole pööratud küljele negatiivne, wastupidisele küljele positiivne elekter asub, nagu seda joon. 88 kawalikult kujutab. Nii seisawad fehades A ja B wastunimelised elektriosakesed üksteisega wastamisi, sest et + ja — üksteist ligi tõmbawad ehk, nagu weel üteldakse, wastastikku finni hoiawad. Teadagi, et feha A positiivlised elektriosakesed siis wabalt seisawad, ja neid wõib fergeste mõne teise feha peale üle wiia.

Niisugune positiivlise ja negatiivlise elektri erapooletu oleksust äralahutamine sünnib ühenimelise elektrilaengu mõjul (feha B), sellepärast kannab jarnane nähtus elektriinfluenttsa nime.

Influenttsa tegewust wõib hõlpaste elektronide külgetõmbamise ja eemaleliikamisega ära seletada. Elektriga laaditud feha tõmbab läheduselolewa metalli wastupidised elektronid enese poole, liikab aga ühesugused elektronid eemale. Sellepärast tekibgi influentseritawa feha lähemalolewasse osasse wastunimeline, eemalolewasse osasse ühenimeline elekter.

12. Kondensator.

Influenttsa tegewuse läbi wõib ühendamata wooluallika nabadel saadawat elektrilaengut wõi elektronidefogu märksa suurendada.

Kui me nimelt wooluallika kummagi naba iseäraldi suure juhtiva pinnaga ühendame ja need pinnad teineteise lähedusele nõnda seadime, et nende wahel ainult õhuke eraldaw kiht seisab, siis mõjuwad kummagi pinna laengud wastasseiswa pinna

laengu peale influentseriwalt, misläbi ka kummalegi pinnale märkja suurem elektrifogu tekib kui see muul tingimisel oleks wõinud sündida.

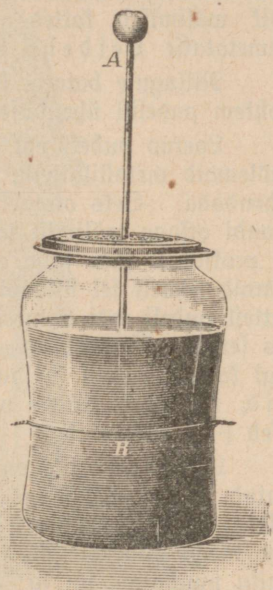
Kaks teineteise lähedusel seiswat juhtiwat pinda, mida eraldaw wahesihht lahutab, teewad kondensatori wõi tihendaja aparadi wälja. Sädemeinduktori juures tegime sellest juba warem juttu (w. IV, 4).

15. Leideni pudel.

Otstarbekohaseks ja kõige rohkem tarwituselolewaks kondensatoriks tuleb Leideni pudelit pidada. Selle ehitus on hästi lihtne (w. joon. 89). Harilikku klaasist purki kaetakse seest- ja wäljastpoolt elektrijuhtiwaga tinapaberiga umbes $\frac{2}{3}$ purgi kõrguseni. Klaas on selle juures eraldawaks materjaliks, dielektrikumiks, kuna tinapaberikatted kondensatori juhtiwate pindade aset täidawad. Sisemine tinapaberikatte tuleb elemendi ehk induktсионiparadi ühe nabaga, wäliline tinapaberikatte jälle teise nabaga ühendada.

Kerge ühenduse otstarbel kannab klaasriist puust kaant, mille läbi A nupuga metallist pulk on pistetud. See puudutab tinapaberi sisemist katet. Wälimise tinapaberikatte ümber siutakse paljas traat R. Elektriserimisemasina ehk induktori üks naba ühendatakse selle traadiga, kuna teine naba nupuga A, seega siis ka sisemise tinapaberikattega ühenduses seisab. Leideni pudel laadib end niisuguses ühenduses elektriserimisemasina ehk sädemeinduktori tegewuse ajal.

Mida suuremad pudeli metallikatted on ja mida lähemal nad teineteisele seisawad, s.o. mida õhem nendewaheline klaas wõi dielektrikum on, seda rohkem elektrit wõib pudel ühe ja sama wooluallika tegewusel enesesse mahutada, ehk nagu üteldakse, seda suurem on Leideni pudeli kapatsiteet (mahutuusus).



89. Leideni pudel.

14. Leideni batarei.

Rapatsiteedi suurendamiseks tuleks kas metallikatete eraldawat waheseina, s.o. klaasi wõimalikult õhendada, mida muudugi ainult teatava piirini wõib teha, wõi jälle sisemist ja wälimist katet suurendada. Wiimase abinõu tarwituselewõtmise korral ühendatakse mitmete Leideni pudelite sisemised metallikatted üksteisega, niisama ka wälimised katted. Nõndawiisi sünnitawad kõik sisemised metallikatted kokku üheainsa suure katte, samati ka kõik wälimised katted. Sarnast Leideni pudelite ühendamisest nimetatakse Leideni batareiks.

Niisuguse batarei laeng on muudugi seda suurem, mida rohkem pudelisi ühenduses seisawad.

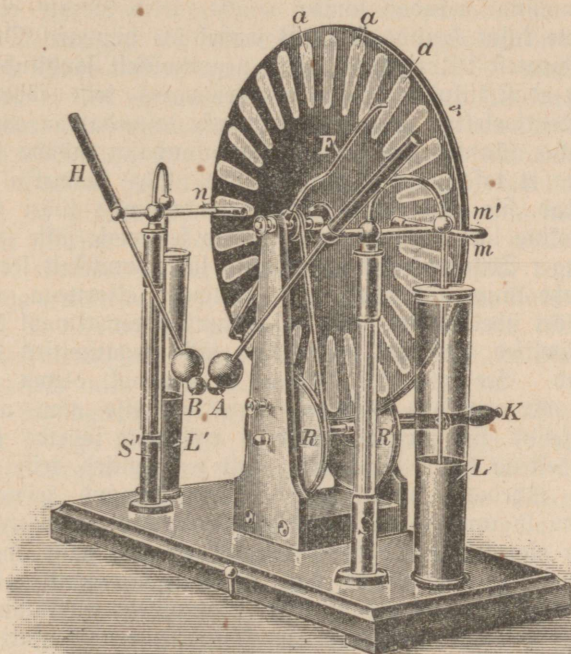
Laetud pudeli ehk batarei elektrist tühjendamiseks tuleb mõlemaid metallikatteid, s.o. sisemist ja wälimist katet juhtiwalt ühendada. Seks otstarbekas puudutatakse nupu A külge siutud traadi otsaga wälimist katet. Sellejuures wõime tähele panna, et praktsataw sädeme enne külgepuutumist üle hüppab. See sünnib nimelt sel filmapilgul, kui lähenew traadi ots wälimisest kattedest pudeli wõi batarei põnewuse kohases sädeme hüppekauguses seisab. Ülehüppawa sädeme kujul tasandawad end kummalgi katele suurel hulgal kogunud wastunimelised elektronid, s.o. ühele katele positiwlised (+), teisele katele negatiwlised (—) elektronid.

Leideni pudelile on Hollandi linna Leideni järele nimi antud, sest et seal Cunäus selle pudeli tegewuse kogemata üles leidis: ta hakkas pudeli sees olewat wett elektriserima, ja kui ta ühe käega pudelit hoides teise käega wee sees olewat metallipulka puudutas, sai ta niisuguse löögi, et ta selle raputusel maha pidi kukkuma. Sel juhtumisel oli wegi pudeli sisemiseks juhtiwaks kattedeks, käsi, millega ta pudelit finni hoidis, jälle wälimiseks juhtiwaks kattedeks. Teise käega sisemist katet wee sees olewa traadi kaudu puudutades tühjendas Cunäus oma enese teha kaudu pudeli laengu. Sellest järgnesgi erksüderaputus.

15. Wimschursti masin.

Elektriinfluentisa tegewust wõib weel selleks tarwitada, et ilma õerumiseta suurel kogul elektrit sünnitada. Sellejuures ei ole muud waja teha, kui masinat lihtsalt wändast ümber ajada. Niisugusi masinaid nimetatakse influentsamasinateks. Nendest wõtame siin ainult Wimschursti (uimshörsti) oma kirjelduse alla.

Masinal, mida joon. 90 kujutab, on faks klaasist või ebonidist valmistatud sõõri. Need seisawad teineteisega wastamisi umbes 5 cm kaugusel. Wändast K keerates jooksewad nad wastupidi ümber: alumised ümberajajad rattad R ja R' jooksewad küll ühele poole ümber, aga R nõõr on otsekohe, R' nõõr



90. Wimshursti influentsmasin.

ristamisi peale pandud. Kummalegi sõõrile on rida metallisektorisi (väljalõikeid) peale kleebitud. Üks sõõr jookseb paremale, teine pahemale poole minewal sihil kahe wastamisi seiswa metallist hargi $m m'$ ja n wahelt läbi. Harkidel on sõõride poole pööratud küljes metallist nõelad sees. Harkidega seisawad juhtiwas ühenduses messingist warred, mille ülemisi otsasi eraldawad käepidemed H katawad, kuna alumised otsad nabadekuulidega A ja B lõpewad. Neid wardaid kannawad klaasist jalad S ja S'. Kummalgi pool masina küljes on oma tasandaja F

(tagumist, mis F vastu ristiolekus seisab, ei ole pildil näha). Tasandajad on metallist ja lõpewad pehmete, metallitraadist tehtud pinslitega, mis sõõri metallisektorisi a a a mööda libisevad. Tasandajad seisawad nõeltega harfide vastu 50° wõrd liingaolekus. Nõeltega harfisi ja nabadekuulisi wõib weel soowi järele Leideni pudelite L ja L' sisemise kattega ühendada.

Kui masinat wändast ümber aetakse, tekib kiireste elekter, mis sädemete kujul kuulide A ja B wahel üle hüppab. On üks eesküljel olewatest sektoritest, a näit., negatiwlistelt laaditud, siis sünnitab ta edasi liikudes oma wastasseiswates teise sõõri sektorites influentsaelektri, ja kui see tagumise tasandajaga wastasseiswas olekus sünnib, siis wõib laeng tasandajat mööda laiali laguneda, ja et tasandaja ühekorraga ikka kaht diametral sektori puudutab, siis tekib lähemal olewasse tagumise sõõri sektorisse positiwline laeng, kaugemal olewasse sektorisse jälle negatiwline laeng. Sõõride keeramisel sünnib järjekorralikult seesama lugu iga kahe kaupa tasandaja alla sattuwate sektoritega, nii et tagumise sõõri ühel poolel, näit. tasandajast paremal pool küljes ainult positiwlised, pahemal pool küljes jälle negatiwlised sektorid leiduwad. Seesama lugu kordub ka eespool olewa sõõri sektoritega. Et aga selle sõõri tasandaja tagumise oma vastu ristiolekus seisab, siis järgneb sellest, et mõlemate sõõride sektoritel ühe nõeltega hargi lähedusel ainult positiwlised, teise nõeltega hargi lähedusel ainult negatiwlised laengud leiduwad. Nõelte kaudu lagunewad need laengud mesingist warrastesse ja nende otsas olewatesse nabakuulidesse, nii et üks neist masina keeramise ajal alati positiwlistelt, teine alati negatiwlistelt laaditud on. Nabadekuulidesse tekiwad nii kõrge põnewusega wastunimelise elektri laengud, et nad wahelolewa õhukihi sädeme näul ajuti läbi murrawad, nagu me seda sädemeinduktori juures juba tähele panime.

Suurema hulga elektrifogumise ja sädemete näul liikuma panemise otstarbel ühendatakse mõlemaid nõeltega harfisi eraldi oma Leideni pudeli L ja L' sisemise kattega, nagu me seda kujutusel näha wõime, kuna mõlemate pudelite wälimine kate maaga ühenduses seisab. Pudelite suure kapasiteedi (elektrifogulise mahtuwuse) tõttu wõib rohkemal määdul elektrit kokku koguda ja selleläbi suuremajoolisi ja kõwemine prakswaid sädemeid sünnitada, kui see ilma pudelite tarwitusele wõtmata wõimalik oleks.

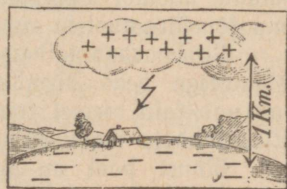
16. Wälk ja müristamine.

Juba ammu tuldi otsusele, et wälk muud ei ole kui suurepäraline elektrisäde, mis kahe pilwe ehk pilwe ja maa wahel

wastunimelise (+ ja —) elektri põnewuse tõttu üle hüppab. Sädemeinduktori ja influentsamafina juures wõisime tähele panna, et sädeme hüppekaugus seda suurem on, mida suurema põnewusega wastunimelised elektrifogud end ühendada (tasandada) tahawad. Wälgu pikkus, seega pilwe ja maa elektrisädeme hüppekaugus ulatab mõnikord üle 1 km (wersta). Sellest wõime järeldada, missuguse kole suure põnewusega wastunimelised elektrifogud wältude sünnitamisel tegewusel on: juba 1 mm pikkuse sädeme sünnitamisel piab elektril 1000 wolti põnewust olemo, 1 km pikkuse wälgu ilmumisel piab siis aga ühendada-tahtwate wastunimeliste elektrifogude põnewusewähe terweni $1000 \times 1000 \times 1000 = 1000\ 000\ 000$ woldini ulatama!

Õhk on harilikult positiwlise elektriga laaditud. Arwatakse, et äikesepilwede kole suur elektripõnewus weeauru mullikeste äkilisest jahutamisest (tihenemisest) ja weeksmuutumisest tuleb: ülestõuswa auru mullikeste seintele asub teatawa põnewusega elektrifogude, ja kui mullikesed weepiisafesteks muutuwad, siis sisaldawad wiimased muidugi esimeste elektrilaenguid. Weepiisafeste suur põnewus tuleb aga sellest, et ühe piisa sünnitamiseks mitu tuhat aurumullikest ära kulub.

Rõndawiiisi on siis äikesepilw positiwlise elektriga laetud. Selle laengu influentsa tegewuse põhjal ilmub maapinnale, iseäranis kõrgete asjade tippudele, samati ka äikesepilwe kõrwal olewatesse pilwedesse, ühe sõnaga, kõikidesse äikesepilwe lähikonnas olewatesse lehadesse wastunimeline, s.o. negatiwline elekter, nagu seda joonistus 91 kawalikult kujutab. Kui põnewus wastunimeliste elektrifogude wahel nii kõrgeks tõuseb, et eraldaw õhukiht neid enam lahus ei jaks hoida, siis ühendawad end wälgu kujul pilwe ja maa elekter. Harilikult lööb wälk kõrgete asjade (tornide, puude, majade jne) sisse, sest et nad pilwedele lähemal seisawad ja wälgu hüppeteed lühendawad, seega lahutatawast õhukorrast läbilöömist fergitawad. Sellest



91. Wälgu tekkimine.

järgnebgi, et äikeseajal ei pia kõrgete puude alt wihmawarju otsitama, sest et seal nagu üleüldse kõikide teistegi kõrgete asjade lähedal seismine wälguhüdaohtu suurendab.

Wälk liigub 300 000 km (280 000 wersta) kiirusega sekundis edasi! Niisuguse hirmsa kiirusega õhust läbi tungides ajab ta selle õögawalt kuumaks, millest wälgu helgatus tuleb, õhusolewat weeauru mitme tuhande kraadi kuumusega äffi laiendades

paneb ta oma teel õhuosakesed järsku heljuma. Sellest tulebgi wälgu kannul käiw müristus. Harilikult ei kardeta mitte wälku, waid müristamist. Aga see on täieste ebafartus — wälk on hädaohtlik, kuna müristamine alles natuke aega pärast wälku meie kõrwu ulatab. Müristamisehääle edasiliikumine sünnib umbes $\frac{1}{3}$ wersta kiirusega sekundis. Sel põhjal wõime isegi wälja rehkendada, kui kaugel wälgu hädaoht meist oli. Kui näituseks kuus sekundi pärast wälku müristamist kuuleme, siis löi $\frac{1}{3} \times 6 = 2$ wersta kaugusel wälku.

Läbilüües ajab wälk õhuosakesed oma teel õõgawalt kuumaks, purustab ettejuhtuwad kiwid ja paneb puuosad põlema. Neid häwituse- ja laastamisetöösi paneb wälk ainult halbade juhtide kallal toime, kuna heast juhust, näit. tarwilise jämedusega wassitraadist läbimannes ta ainumastgi jälge järele ei jäta. Sellepärast pandakse tornide, majade jne kaitsemiseks piksewardad, õigem wälgutagandajad üles. Need on Ameerika õpetlase ja riigimehe Franklini poolt wälja arwatud. Kui pilwe elekter end maaga ühendada tahab, siis otsib ta selleks muidugi kõige hõlpsama tee üles. On maja katusele piksewarras üles seatud, siis lööb wälk sellesse ja taganeb majale kahjutegemata ära maa sisse: katusele ülespandud metallist warras seisab maaga jämeda traadi ehk lattraua kaudu ühenduses. Enamiste sünnib wastunimeliste elektrilaengute ühendamine kaitsetawa maja kohal üleweel õhus, sest et influentja tegewuse tõttu maapinnale sünnitatud wastunimeline elekter maa seest warrast mööda üles hoowab ja selle terawast otsast pilwe elektri tõmbamisel wälja walgub, misläbi wähehaawal maa ja pilwe elektri ühendamine ilma kõuefärgatusteta rahulisel wiisil sünnib.

Piksewardad täidawad siis oma kohust hästi, kui nad maapõhjawaega heas ühenduses seisawad. Wastasel korral wõiwad nad kasu asemel koguni kahjulikud olla. Sellepärast piab piksetagandaja maaihendust kordgi aastas läbi katsutama.

Mõnel pool on kombeks pikseajal ahju kuumema panna. Seda ei wõi sugugi soowitada: korstnast tõusew suitsufammas on parem elektrijuht kui õhk, sellepärast wõib wälk just suitsufamba kaudu sisse lüüagi.

Suurte tööjõu-kogude elektriwooludeks muutmise.

1. Magnetoinduktsion.

Raigi soowitawa põnewusega ja tugewusega elektriwoolusi mitmel wiisil sünnitada võib, näit. keemialisel teel (elemendid), soojuse abil (thermoelemendid) ja magnetliste jõujoonte muutmise läbi (induktsion), siisgi tuleb wiimast wiisi, s.o. induktsioni, kõikidest teistest ette pidada, sest et selleläbi hästi lihtsal wiisil soowitawa põnewusega ja tugewusega woolusi ringi panna jooksma.

Galwanielementi oleks seksfamaks otstarbeks wäga tülikas pruukida, nagu seda eelpool juba tähele panime (w. IV, 3): suur elementide kogu tarwitaks palju ruumi, nende järele tuleks hoolega walwata, nende wedelikka ja metallisi sagedaste wahetada, pealegi lautawad, iseäranis suuremad elemendid terwisele kahjulikka wastikuid gaasijä laiali. Elementide tarwitamise ajal kulub ühtlasi palju tsinki, sest et woolujooksu tšingi keemiline põlemine (oxydation) ülewel piab, ja tšingi pruukimine sarnase põlemisematerjalina tuleks liig kallis maksma.

Muidugi oleks kõige kasulikum soojust otsekohe elektriks muuta, nagu aurumasinade abil soojust otsekohe mehhanilikuks tööjõuks ümber muudetakse. Senini ei ole see aga weel mitte võimalik olnud, sest thermoelemendid jaksawad ainult pisukese osa äratarwitatud soojusest elektriwooluks muuta, nii et nemad tugewate woolude sünnitamiseks ei kõlba.

Tugewaid elektriwoolusi võib lihtsal wiisil ainult magnetite induktsioni, nõndanimetatud magnetoinduktsiooni abil sünnitada.

Niipea kui traadiring, weel parem traadipool, kudagiwiisi magneti lähedusel liigub, siis tekiwad traadiringisse wõi traadipoolise filmapilksed induktsioniwoolud. Weel otstarbekohasem on poolise raudsüda mahutada, sest et see siis ka ise magneti lähedusel magnetiks muutub. Raudsüdamete magnetismuse kõwade muutumine sünnitab traadipoolides omakord tugewaid induktsioniwoolusi.

See on ükspuhas, misugune fuju traadipoolidele ühes nende raudsüdametega antakse. See on ükskõik, kas me looperguse raulalati tiiki eraldatud traadiga ümber mäsfime või raudtsilindri peale pikuti ehk põigiti või koguni raudringi otfa traadipooli mäsfime, ikka tekiwad nende feerdudesfe indukfioniwoolud, kui aga poolid oma raudsüdametega magneti lähedufel liiguwad. Wahe wõib ainult sellepoolest märgata, et poolifeerdude ühel korraldufel tugewamad, teifel korraldufel nõrgemad indukfioniwoolud sünniwad. Kõigepealt piab muidugi selle eest hoolt kantama, et indutferitawad poolid, wõimalikult kange te magneti wäljade mõju all liiguksiwad. Siia juurde tuleb tähendada, et poolidesse niisugufel liikumisel waheldawa sihiga woolud, waheldawad woolud tekiwad, sest et iga traadi pool ford magneti põhjanaba, ford lõunanaba lähedufelt waheldamisi mööda liigub.

2. Magnetoelektri-mafinad.

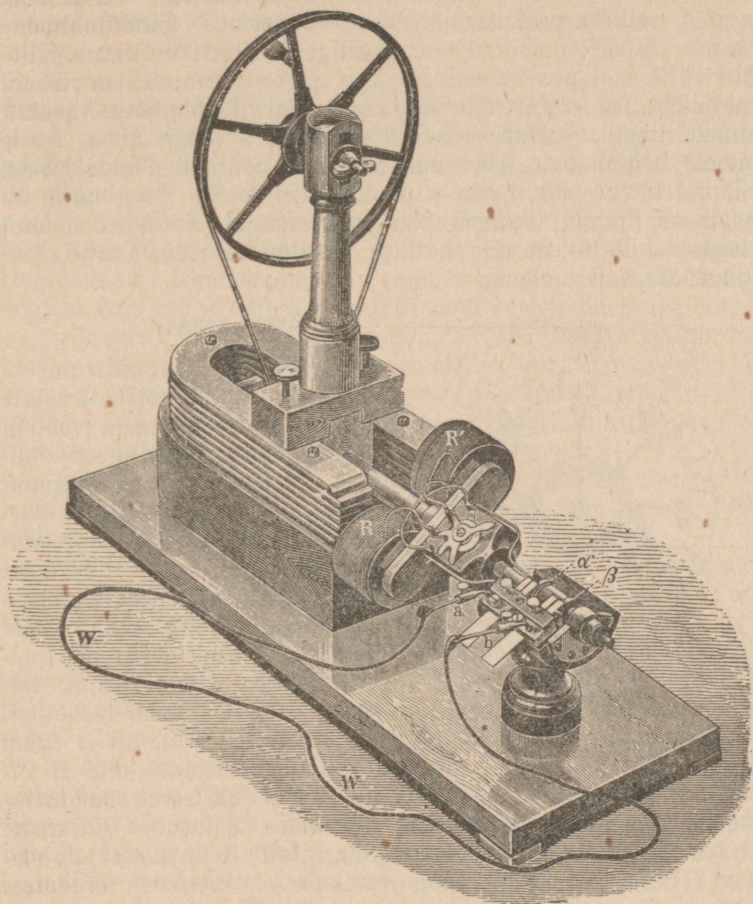
Juba paar aastat pärast indukfioniwoolude ülesleidmist Faraday poolt walmistas Pixii esimise elektrimasina, milles raudsüdamega traadipoolid magneti lähedalt mööda minnes indukfioniwoolufi sünnitafiwad. Sellejuures ei lastnud ta mitte poolifi ringi käia ning magnetid paigal feista, waid ümberpöördult pani ta hobuseraukfujulise magneti oma telje ümber feerama, kuna raudsüdamega poolid paigal feifiwad. Teadagi ei wõinud selleläbi poolide elektriline tegewus wäheneda.

Niisugufed mafinad, mis magnetinabade ees traadipoolide liikumise läbi (ehk ümberpöördult) woolufi sünnitawad, nimetatakse magnetoelektri-mafinateks. Woolude indutferiw magnet kannab indutferija magneti ehk wäljamagnetite nime, kuna traadipoolifi ühes oma raudsüdametega induktoriks ehk ankruks kutsutakse.

Pixii lastis siis ankrud paigal feista, kuna wäljamagnetid ankrud ees ringi ümber käifiwad. Niisugufel korraldufel oli ferge paigalseiswate pooli (ankrud) traadiotfafi wälimise wooluringi otfadega ühendada ja tekiwaid woolufi seda mööda ringi jookfma panna.

Tahetakse aga magnetifi paigal feista ja ankrud ringi feerata lasta, siis piab selle eest hoolt kantama, kuda fergeste wõimalik oleks liikuwate poolide otfadest tekitatud woolufi liikumata wälimise wooluringi otfadese juhtida. Selle otstarbe fättefaamifeks finnitatakse poolide feeramise wõllile faks metallirõngast, mis uksteifef, samati ka wõllif eraldatud on. Poolide-traadi üks ots feifab ühe rõngaga, teine ots teife rõngaga elektri-

juhtiwalt ühenduses. Rõngad esitawad siis endamisi poolide=traadi kumbagi otsa ja käiwad ühes poolidega ja nende wõlliga ringi ümber. Kummagi rõnga peal libiseb paigalseiswa süie ehk

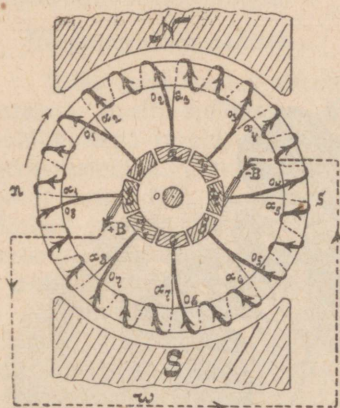


92. Maguetoelektrimasin.

wasttraadi harja ots, mille teine ots wälimise woolu ringiga ühenduses seisab. Sedawiisi wõib siis antrus (poolides) tekkinud wool wälimise wooluringi kaudu ringi joosta.

Sarnase masina lihtsa näitufena wõime joonistusel 92 kujutatud ja esialgu Stöhreri poolt ehitatud masinat waatlemise

alla võtta. Selles masinal on hobuserauakujuline magnet, mille nabade ees raudsüdamega traadipoolid R ja R^1 wändaga ratta ümberajamisel ringi käivad. Poolide R ja R^1 peale mäsitud traadiotsad lõpewad wõlli otsas olewate rõngastega α ja β , millede peal harjad a ja b libisewad. Elektri juhtiwate harjade külge on wälimise wooluringi W otsad finnitatud. Poolide R ja R^1 igal poolkeerakul muutub nendes tekitatud elektriwoolu jooksu suht, sest et kui näit. üks pool magneti põhjanaba juurest eemale liigub, hakkab ta pooleringi keeraku järele juba sellele samale põhjanabale lähenema, mispärast positiwline woolutõuge esimisel korral näit. harja a poole, teisel korral juba harja b poole on sihitud. Sellepärast piawad traadis (wälimises wooluringis), mille otsad a ja b külge finnitatakse, waheldawad woolud edasitagasi jooksema.



93. Grammi rõngas ja kollektori kawa.

5. Grammi rõngas.

Ankru (indutseritawate poolide) traatise wõib fergeste nõnda korraldada, nagu seda esimisena itallane Pacinotti näitas, et wälimisest wooluringist waheldawa woolu asemel ühepoolse sihiga (ühtlane wõi alaline) wool läbi jookseb. Nimelt tarwitas Pacinotti raudsüdamena raudrõngast, mille pinna tema ümberringi pealemäsitawa traadifeerdudega täieste finni kattis. Pealemäsitawa traadi otsad jootis ta kokku, nii et enam ühtegi waba traadi otja ei olnud, sest et kõik keerud edasi jookse-

walt üksteisega wahetpidamata ühenduses seisiwad. Niisugune induktor wõi ankru, mida harilikult Grammi¹⁾ rõngaks kutsutakse, saadab magnetinabade ees weeredes sel korral ühtlasti (ühepoolse jooksu sihiga) woolu si wälja, kui rõnga mäsitus wastasseiswatesse paikadesse, nimelt magnetinabade wahetkohtadele woolu wastuwõtjad harjad üles seatakse.

Joonistusel 93 wõime Grammi rõnga ülewaatlisku ehitust näha. Rõnga mäsitusse sünnitab harilikult suur kogu üksteid

¹⁾ Belgia mudelimeister Gramme (gramm) töötas selle ankru iseseiswalt wälja, olgugi et Pacinotti 10 a. warem niisamasuguse ankru oli walmis teinud

poolisi, mis üksteisega pikuti wõlli ümber olewate eraldatud wasfliistude (1, 2, 3 jne) kaudu järjestikku ühenduses seisawad. Joonistusel kujutatud rõnga peale on 8 üffikut pooli mäsitud. Igal kahel kõrwestikku seiswal poolil läheb ühe pooli traadi lõpuots, teise pooli traadi algusots nimetatud wasfliistu juurde, millega nad elektrijuhtiwas ühenduses seisawad. Nii on esimese pooli traadiots o_1 ja teise pooli traadialgus a_2 wasfliistu 1 külge juhtiwalt finnitatud, samati teise pooli ots o_2 ja kolmandema pooli algus a_3 liistu 2 külge finnitatud jne kuni wiimase poolini, mille ots o_8 ja esimese pooli algus a_1 liistu 8 külge on finnitatud. Nõnda on siis niisama palju wasfliistusi kui poolisigi olemas, kuna poolid jälle liistude kaudu üksteisega järjestikku ühenduses seisawad ja seega täieste ühemoodusliselt edasijookswa traadimäsfiwuse raudrõnga ümber sünnitawad. Wasfliistud, mis üksteisest, samati ka wõllist elektriliselt eraldatud on, seisawad rõnga poolide ühenduskohtade wastas tsilindrina ümber wõlli. Kui rõngas magnetinabade ees weereb, tekiwad poolidekeerdudesse induktfioniwoolud, mis ühest poolist teise minnes läbi wasfliistude jooksewad. Magnetinabade wahekohtadel seisawad metallitraadist ehk süest harjad $+B$ ja $-B$, mis wasfliistude üle libisedes wiimastest läbi jookswaid woolusi wastu wõtawad ja eneste kaudu noolega tähendatud sihil wälimisesse wooluringisse W saadawad.

Wasfliistud ühes nende wahel olewate eraldajate liistudega sünnitawad siledapinnalise tsilindri, mis kommutatori ehk kolektori (woolukoguja) nime all tuttaw on.

Pealpool Grammi rõngast seisab magneti põhjanaba N , allpool jälle lõunanaba S . Kui rõngas noolega tähendatud sihil nabade ees weereb, tekiwad nabade induktfionitegewuse mõjul rõnga ülemasel poolel olewate poolide keerdudesse seestpoolt wäljapoole minewad woolud, kuna alumisel rõnga poolel olewate poolide keerdudesse wastusihilised woolud tekiwad, nagu seda keerdude nooled ära tähendawad. Nagu joonistusel 93 näeme, tungiwad kummagi rõngapooles tekinud woolud kollektori liistu 8 seisukohal kofku, kuna liistu 4 kohal olewast liistust woolud mõlemate rõngapooltesse laiali jooksewad. Kui nüüd wälimise wooluringi ühe otsaga ühendatud hari $+B$ liistu 8 peal, teise otsaga ühendatud hari $-B$ liistu 4 peal seisab, siis wõiwad kummasgi rõngapooles indutseritud woolud harja $+B$ kaudu wälimisesse wooluringisse W joosta ja sealt harja $-B$ kaudu tagasi tulles jällegi rõnga mõlematesse pooltesse laiali joosta, et harja $+B$ juures kofkufogudes uueste oma ringiwoolamist algada.

Siia juurde tuleb tähendada, et rõnga terwel weeremiseajal ikka nooltega tähendatud sihil induksiooniwoolud poolidesse tekivad. Et rõnga weeremiseajal iga traadi pool ford põhjanaba, ford lõunanaba alt mööda liigub, siis tekivad ka igasse poolisse waheldawa sihiga woolud. Poolidega ühes weerewad ka kollektori liistud, millede kaudu poolide woolud jooksewad: kollektori ülemal poolel seiswates liistudes rõnga keeramise wastasel sihil, nii et woolud harja +B juurest kollektorist välja, —B juures jälle kollektorile sisse woolawad.

Sedawiisi on siis kollektori abil wõimalik poolides indutseritud waheldawaid woolusi alalisteks wooludeks ümber muuta, wooludeks, mis galwanielementide woolu sarnased on.

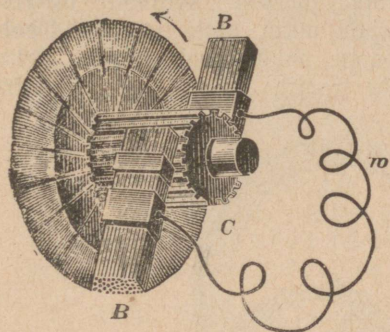
Mispärast woolud põhjanaba ning lõunanaba all liikuwates poolides just joonistusel tähendatud sihil jooksewad, selle üle on induksiooniwoolude waatlemise juures pikemalt kõneldud. Indutseritawate woolude sihti poolikeerdudes tähele pannes leiame, et rõngas nagu kahest magnetist koos seisab, millede põhjanabad poolide 1 ja 8 wahel, lõunanabad jälle poolide 4 ja 5 wahel seisawad, nii et ülemas ja alamas rõngapoolides tekkinud magnetide põhjanabad rõnga pahemal pool küljes (punkti n juures), lõunanabad jälle paremal pool küljes (punkti s juures) ennast hoiawad. Me teame aga, et ühenimelised magnetinabad üksteisest end eemale tõukawad, kuna wastunimelised nabad wastastikku külge tõmbawad. Muidugi teada, et rõnga magnetide põhjanaba n wäljamagneti põhjanabast N eemale ja wäljamagneti lõunanaba S poole tungib. Seega püüab n rõngast tema liikumises nagu finni pidada. Sedasama tahab ka rõngamagnetide lõunanaba s teha, sest et ta rõnga weeremisesihi wastaselt S tõukamisel ja N tõmbamisel liikuda püüab. Biaks rõngas teisele poole weerema hakkama, siis muutuwad ka rõngamagnetide nabad n ja s indutseritawate woolude sihi muutumisel ümber, nii et rõngamagnetid jällegi rõnga liikumise wastasel sihil töötawad. Kõkkwõttes wõime siis tõendada:

Rui Grammi rõngas magnetinabade ees weereb, siis tekivad rõnga poolide keerdudesse niisuguse sihiga induksiooniwoolud, mis rõngast ennast kaheks magnetiks muutes rõnga liikumist takistada püüawad.

Rui rõnga liikumise siht teada on, siis wõime järgmisel wiisil ette ära määrata, misugusel sihil induksiooniwoolud poolide keerdudes ringi jooksewad:

Parema käe pihupesa magneti jõujoonte wastu sedawiisi hoides, et pöial sinna poole näitab, kuhu indutseritatawad traadid

(ehk traadipoolid) liiguwad, kuna sõrmed traatidega (ehk pooli-
feerdudega) kõrwustitku olekus seisawad, siis näitawad sõrmeotjad
sinna poole külge, fuhu indutseritud woolud feerdudes joofsewad.



94. Grammi rõnga ja kollektori wälimus. praegusel ajal juba wanane-
nud ankrwormiks. Selle
afemele on pea igal pool trummifujuline ankur astunud, n. n.
trummankur, kus poolide traadid teatawas korras ainult
tsilindri wälimise pinna peale on mäsitud. Ka trummankru
juures kogub kollektor weerewa ankru kordamööda indutserita-
wate poolide woolusi kokku ja paneb harjade kaudu wälimisest
wooluringist läbi woolama.

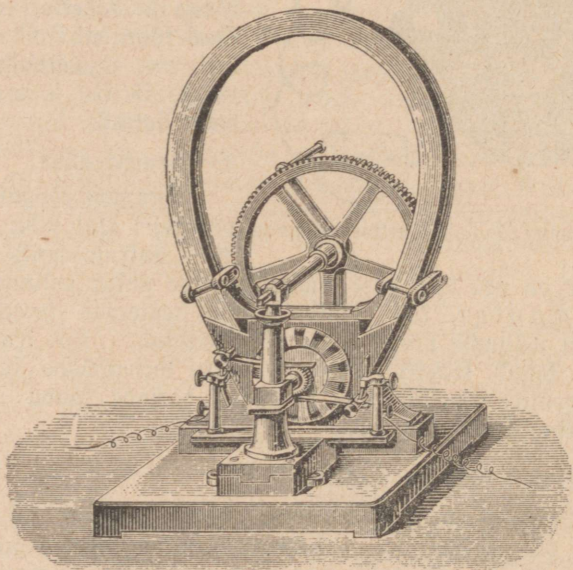
5. Grammi rõngaga masinad.

Grammi rõngaga magnetoolektrilist masinat kujutab joo-
nistus 95. Sellel on hobuserauafujuline terasmagnet, mille
nabade wahel Grammi rõngast wändaga hammasratta abil
fiireste ringi käima aetakse. Nimetatud rõngasantru üksitud
poolid on seal waheldamisi walgete ja mustade kriipsutustega
ära tähendatud. Wäljamagneti nabad ühes oma nabafingadega
(pehmest rauast tehtud nabadelisandustega) seisawad pahemal ja
paremal pool rõngasantru küljes, kuna kahest woolu wastu-
wõtjast harjast üks ülewelt, teine alt poolt weerewat kollek-
tori libisedes puudutab.

6. Waheldawa ja alalise woolu masina wahke.

Waatame nüüd, missugune wahel on waheldawa ja alalise woolu
masin wahel (joon. 95). Waheldawa wooluga masina traadipoolide
RR¹ wabad otjad seisawad wõlli ümber finnitatud kahe metal-
list rõngaga ühenduses. Woolu wastuwõtjad harjad libisewad
masina ümberjooksmise ajal nimetatud rõngaste peal, nõnda siis

ühe ja sama pooli traadi otsa peal. Poolidest käib waheldaw wool läbi, nõnda tungib siis waheldamisi traadi otsadesse kord positiivline, kord negatiivline elektrivool, mispärast siis ka harjade kaudu waheldaw wool ringi jookseb. Grammi rõngas-ankruga masinatel ei libise harjad mitte alati samade traadi otsjade peal, waid just sellewastu puudutawad harjad ankru keeramisel ikka järgmiste poolide traatide otsfasi, sest et ankru



95. Grammi rõngaga masin.

keeramisel ikka uued kollektoriliistud harjade alla sattuwad, ja liistud seisawad teatawaste poolide algus- ja lõputraatidega ühenduses. Harjad wõtawad siis mitmesuguste poolide woolusi wastu. Kuna nad paigal seisawad, siis wõiwad nad alati ühesihilisi woolusi wälimisesse wooluringisse saata, sest et igas poolis ühe ja sama jooksu sihiga wool tekib, kui ta aga samasse seisukorrasse, s.o. samasuguste jõujoonte tegewuse alla sattub.

7. Dünamoprintsip ja dünamomasinad.

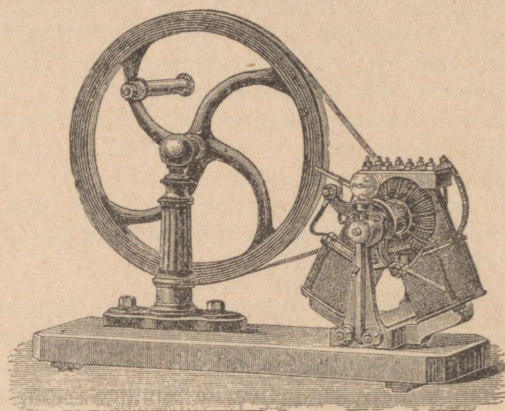
Elektrimasinate täienemisel tuli tähtis filmapilk järgmise asja poolest ette. Alguses tarwitati niisuguste masinate juures

wooludetekitamiseks (indutserimiseks) terasmagnetisi, nagu me seda ülemalkirjeldatud masinate juures juba tähele panime. Terasmagnetite magnetismus on aga wõrdlemisi õige pisuke. Ühesuguse wälimise suurusega elektromagnetid on terasmagnetitest hulga tugewamad. Sellepärast hakati wooluindutserimiseks terasmagnetide asemel elektromagnetisi tarwitama. Kuid sellejuures astus kohe järgmine tähtis küsimus päewakorrale: kui wäljamagnetideks nimelt elektromagnetisi tarwitatakse, siis on nende sünnitamiseks iseäralist woolu waja. Kas piaks nüüd seda woolu mõnest wälimisest wooluallikast, näit. batareist, wõetama ehk saab sedasama woolu, mida ankur sünnitab, ka wäljamagnetite magnetiserimiseks pruukida?

Selle küsimuse seadis Saksa insener Werner Siemens 1867. a. üles ja otsustas ühtlasi ka ära: kuna elektrimasinas sünnitatud alaline wool niisama hea on kui iga teisegi wooluallika oma, siis võib ka wäljamagnetide äratamiseks masina enese woolu tarwitada, s. o. ankrus tekkinud woolu lastakse wäljamagneti keerdudest läbi woolata. Niisugusel põhjusmõttel ehitasgi Siemens oma esimese dünamomasina, ja see põhjuswõe, mis dünamoprintsiipi (jõu põhjusmõtte) nime all tuttaw on, tuleb kõikide uute elektrimasinate ehituse juures praegugi kas otsekoheselt ehk muudetud kujul tarwitusele. Niisuguste masinate juures ei ole alguses diete ühtegi magnetit olemas. Paljude traadikeerdudega pehmeraud, mis teatawal, tarwilisel kujul on walmistatud, muutub elektromagnetiks alles siis, kui elekter traadikeerdusi mööda woolama hakkab. Õige nõrk magnetismus, mis iga rauagi sees leidub, tekitab masina ankrutaatidesse nõrga elektriwoolu, mis wäljamagneti keerdudest lähi woolates raua magnetismust suurendab. Suurendatud magnetismus suurendab omapoolt tekitatava woolu tugewust, mis omapoolt jällegi elektromagnetismust suurendab jne, kuni elektromagnetismus ja ankruwool soowitawa tugewuseni on tõusnud. Dünamoprintsiipil ehitatud elektrimasinaid nimetatakse Siemensi järele dünamomasinateks ehk lühidalt dünamodeks. See nimetus tuleb greekakeelsest sõnast dünamis = jõud, sest et niisuguste masinate abil wälisest töõjõudu elektriwooluks ümber muudetakse.

Dünamoprintsiipi filmas pidades hakkas esimesena rõngasankruga dünamomasinaid jällegi Gramme (gramm) ehitama. Kohe algusest peale töötasiwad nad wägahästi, ja neid peeti pikemat aega maailma paremateks dünamomasinateks.

Sarnast käsitsi ümberaetawat dünamomasinat kujutab joon 96. Seda võib õpetstarbel hõlpsaste esitada. Wandast ümber ajades hakkab dünamomasina rõngasankur rihma tõmbel



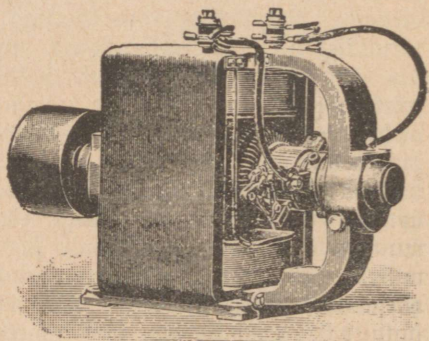
96. Käsi dünamo.

ümber jooksema. Väljamagnetid on wiltu teineteise vastu üles seatud, nõnda et nende nabadefingad ankurit kahelt poolt wastamisi ümbritsewad. Ankrust keskpaigast paistab rummuna kollektorfilma. Masina kohal ülewal laudil näeme näpitskruvise, mille abil võimalimise wooluringi traadi otsasi masina woolu (sise-

mise wooluringi) traadiotsadega ühendatakse. Kui ankur 2400 ringi minutis teeb, siis võib masin kas 3,2, 7,5 ehk 22 woldi põnewusega 24, 11 ehk 4 amperi tugewusega woolu sünnitada, sellejärele waadates, kas ankur jämeda, keskmise ehk peenikese traadiga on mäsfitud. Enamiste on keskmise traadijämedusega mäsiwusef tarwitusel, siis annab nimetatud käsi dünamomasin 7,5 woldilist ja 11 amperilist woolu.

Suuremat alalise woolu dünamot kujutab joon 97. See on Siemens-Schuckerti wabriku walmistus. Ümberajamiseks tarwitab ta juba auru- ehk gaasimasinat.

Neljanurgelise raudkeha sees näeme all ja ülewal suuri traadipoolise, mis raudsüdameid sisaldawad. Need on dünamowäljamagnetid. Kui wool neist poolidest läbi jookseb, muutub üks põhjanabaks,



97. Auru- ehk gaasimasinaga ümberaetaw dünamo.

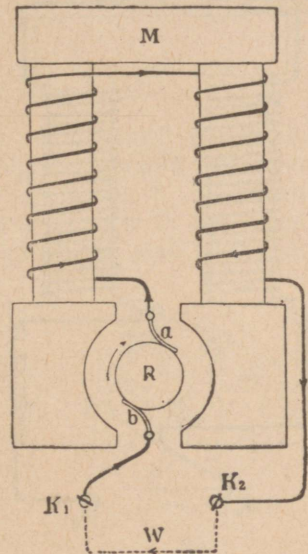
teine lõunanabaks. Venestatud nabafingade wahel jookseb trumm-
ankur. Masina kollektor, mis hea lai on, paistab paremalt
poolt ankrut otsast rummuna filma. Kollektoriliistude peal libi-
sewad wastamisi faks wooluwõtjat harja, mis jämedate eraldatud
traatide abil ülewalolewate näpistega ühenduses seisawad. Nende
näpiste kaudu võib woolu wälimisesse wooluringisse saata.
Pahemal pool wõlli otsas on rihmaratas, mida ümberajamise-
masina (auru- ehk gaasimasina) rihm üle joostes weerema pa-
neb. Sellega ühes hakkab muidugi ka wõlli külge kinnitatud
ankur ümber jooksema ja tarwilist woolu wälja saatma.

8. Dünamomasinate jautus.

Dünamomasinate ehituse juu-
res võib dünamoprintsiipi teatawate
muudatustega tarwitusele wõtta.
Iga töötawa dünamomasina kolm
osa: ankur, magnetid ja wäline
wooluring lasewad end mitmel
wiisil ühendada. Nende ühenduste
järele on olemas: peawoolu,
haruwoolu ja segaühen-
dusega dünamomasinad.

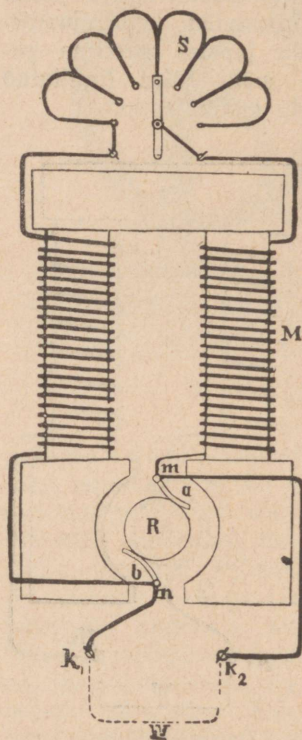
Senini kirjeldatud dünamode
juures oli ühendus sedawiisi mõel-
dud, et masina ankur, wäljamag-
neti poolidekeerud ja wälimine
wooluring järjestikku ühenduses sei-
siwad, nagu seda joon. 98 üle-
waatlikult kujutab. Seal jookseb
ankru R sees tekkinnud wool harja
a kaudu magneti M kummagi haru
ümberkäiwatest keerdudest läbi
minnes woolu nabanäpitse K_2 juurde, kust wool wäli-
mise wooluringi kaudu teise nabanäpitse K_1 juurde ja sealt
harja b kaudu jällegi ankrut R juurde tagasi läheb. Nõnda
sünnitawad ankur, elektromagnet ja wälimine wooluring
ühe ainsama hargnemata järjestikku wooluringi. Sarnase woolu-
käiguga masinaid nimetatakse peawoolu dünamomasina-
teks, sest et terwe wool (peawool) kõigest kolmest masina osast:
ankrust, magnetikeerdudest ja wälimisest wooluringist läbi käib.

Ankrust tulewat woolu võib ka otsekohe wälimisesse woolu-
ringisse juhtida, kuna magnetide tegewuselshoidmiseks ainult haru-



98. Peawoolu-dünamo kawa.

woolu tarvitatakse, nagu seda joon. 99 ülewaatlikult kujutab. Seal näeme, kuida harja a kaudu tulen ankru R wool punktil m kaheks haruks jaguneb: peawool läheb otsekohe nabanäpitse K_2 juurde, sealt wälimise wooluringi W kaudu nabanäpitse K_1 juurde ja siis harja b kaudu ankrusse R tagasi, kuna



99. Haruwoolu-dünamo kawa.

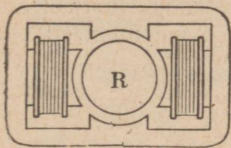
haruwool ainult läbi magnetiteerdude käib ja siis otsekohe harja b kaudu ankrusse tagasi jookseb. Harilikult on magneti mäsfiwusesse weel muutusewõimalik takistus S wahele jattatud, mille abil magnetiwoolu otstarbekohaselt reguleeritakse. Niisuguse takistuse ehitusega tutwustafime end juba eelpool (w. II, 31). Magnetiteerduse takistust wähendades ehk suurendades wõime dünamomasina tegewust kohaselt korraldada, nagu seda allpool ära seletame. Just selle korraldusewõimaluse tõttu on kirjeldatud ühendusega dünamomasinad, mida haruwoolumasinateks kutsutakse, suuremalt jaolt, üle 90% kõiki-dest dünamomasinatest, tarwitusel.

Kolmandat seltsi masinates on mõlemad ülemalkirjeldud ühendusewiisid tarwitusele wõetud, s. o. magnetiteerduse ja haruwoolu abil. Sellepärast nimetatakse sarnasid masinaid segaühenduse- või compound-dünamodeks. Meiepäiwil tarwitatakse segaühenduse-dünamosti ainult wähestel erijuhtumistel.

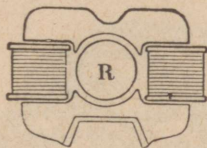
9. Dünamode ja elektromagnetide wälimus.

Igal dünamoseltil on peale isesuguse elektrilise ühenduse weel oma iseäraline wälimus. Wiimane oleneb peaaesjalikult dünamomasinate magnetiteest. Magnetiteerduse paigutatakse ankrust kas ülewale ja alla poole ehk pahemale ja paremale poole. Wäga sagedaste on suurematel dünamomasinatel enam kui kaks magneti. Neid võib kas neli, kuus, kahesaja jne, aga ikka paari kaupa olla, milledest üks põhjanabaline, teine lõunanabaline on.

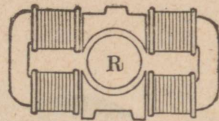
Sagedaste piirab ühine raud ümberlüükatud salwena ankurt R, kusjuures ankru poole ulatawate magnetinabade otsa magnetiferimise poolid paigutatakse, nagu seda joon. 100, 103 ja 104 kujutawad. Paljunabalistele masinatele antakse magnetide hõlpsama korraldamise pärast enamiste ümarik wälimus, nagu seda joonistuste 103 ja 105 järele näha võib. Seal on ühe suure



100.



101.

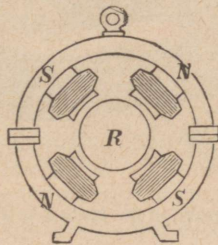


102.

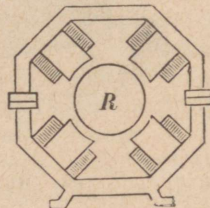
Dünamode ja nende magnetide wäljanägemine.

raudrõnga külge magnetiserimisepoolide raudsüdamed kinnitatud, mis magnetinabasi sünnitawad. Rabad on sedawiisi korraldatud, et kõrwuti ainult wastunimelised seisawad, s. o. põhjanabale N järgneb lõunanaba S, sellele põhjanaba N jne, nagu seda joon. 103 ära tähendatakse. Ja ankrutraat piab sellepärast waheldamisi kord põhja- kord lõunanaba alt mööda liikuma ja waheldamisi wastuhililisi woolusi tekitama.

Ümariku wälimuslega dünamomasinat kujutab joon. 105. Sellel on kuus magneti haru (naba), mida üleüldise raudrõnga külge kinnitatakse, lai trummankur ja lai kollektor. Wiimase ümber ringi seisawad kuues rias wooluwõtjad harjad, igas rias neli harja.



103.

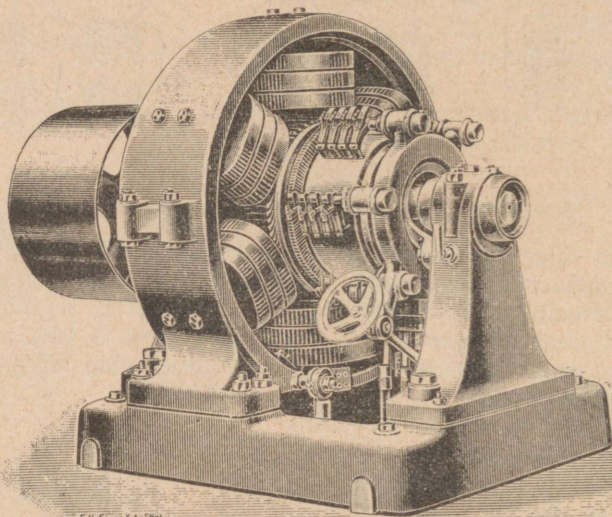


104.

Dünamode ja nende magnetide wäljanägemine.

Harilikult aetakse dünamomasina ankrut kas aurumasina ehk gaasimasina abil ümber. Wiimased käiwad aga kaunis aeglaselt, kuna dünamomasinad üle 1000 keeru minutis piawad tegema. Sellepärast pandakse dünamomasinaid rihma abil ringi käima, kusjuures aeglaselt jookswal aurumasinal palju suurem rihmaratas on, kui kiireste jookswal dünamomasinal. Paljunabalisi suuremaid dünamomasinaid kinnitatakse mõnikord otse-

kohe aurumasina wõlli külge, sest et niisugused dünamod wõiwad ka aeglasemalt ringi käia kui näit. kahenabalised masinad. Uuemat ajal lastakse auruturbinidel suuremaid dünamomasinaid samati otsekohe wõlli otsas ümber ajada, sest et auruturbinid õige palju tuurisi minutis teewad. Auruturbiniga ühendatud dünamomasinat nimetatakse *t u r b o d ü n a m o s*.



E. Hoffmann, K.A. 5189.

105. Ruue nabaga ja trummanfruga dünamo.

10. Millest oleneb dünamomasinate elektromotorline jõud ?

Antru ümberjooksmise läbi tekib dünamomasinasse elektromotorline jõud (põnewus), mis woolu nii hästi läbi ankrutraatide kui ka läbi wälimise wooluringi jooksmata paneb. Elektromotorlise jõu suurus oleneb kõigepealt otsekohele magnetiwälja tugewusest: mida rohkem jõujoonesi 1 cm kohta magnetiwäljast läbi läheb, seda suurema elektromotorlise jõuga elektriwool ankrutraatidesse tekib. Edasi, mida lähemal antru raudsüda ja magnetinabad teineteisele seisawad, seda suurema tugewusega induktiooniwoolud sünniwad ankrutraatidesse, kui nad magnetinabadesse mööda liiguwad. Ühtlasi kasvab elektromotorline jõud ka sellejärele, mida kiirem ankur end keerab, f. o. mida rohkem tuurisi ta minutis teeb. Lõpuks tuleb tähend-

dada, et el.-mot. jõu suurus otsekohest weel sellest oleneb, küpalsju traadifeerdusi ankru peale on mäsiitud. Näit. sünnitab 1000 traadifeeruga ankur muidu ühesugustel oludel kümme korda suurema el.-mot. jõu, kui saja traadifeeruga ankur.

Sedawiisi võib siis üleüldse teatawat seltsi dünamos ankrutraatide ja tuuride (ümberkeeramiste) muutalaskwa arwu abil iga soowitawat elektromotorlist jõudu wõi põnewust sünnitada.

11. Näpistepõnewus.

Masina elektromotorline jõud piab elektriwoolu nii hästi wälimisest kui ka sisemisest wooluringist läbi tungitama. Üks osa sellest jõust kulub wälimise, teine osa sisemise takistuse ärawõitmiseks. Masina näpistel, mille külge wälimise wooluringi traadi otsad, seega wälimise wooluringi takistus on kinnitatud, leidub siis põnewus, mis pisem on kui dünamomasina kogu el.-mot. jõud, sest et nende näpiste kaudu wool ainult wälimisest takistusest piab läbi tungima. Seda põnewust nimetatakse näpistepõnewuseks.

Tuletame nüüd meelde, mis omal ajal woolutee kahe punkti põnewuse wahel kohta kõnelesime (w. II, 27, 28). Teatawa wooluallika elektromotorline jõud on sellejärele terwel wooluteel, s. o. sisemisel ja wälimisel wooluteel ärakulutatawa põnewuse suurune. Näpiste põnewuse tõttu jookseb siis wool ainult wälimisest, s. o. wäljaspool wooluallikat olewast wooluringist läbi. Seega on näpistepõnewus wälimise wooluringi alguse ja lõpu wahel walitsewa põnewuse wahel suurune.

Dünamomasina näpistepõnewust mõdetakse woltmetri abil, mis masina näpiste wahel kestwas haruühenduses seisab (w. II, 29). Masina näpistepõnewus ei ole mitte alati ühesugune, waid ta wangub üles ehk alla poole, sellejärele, kas wähem ehk suurem takistus wälimisel wooluteel ees seisab. Mõnesugustel eriootsarbetel nõutakse aga, et masin alati ühesuguse põnewusega woolu wälja saadaks, sellest hoolimata, kas wälimisel wooluteel palju ehk wähe takistust eel seisab.

12. Haruwoolu-masinate regulerimine.

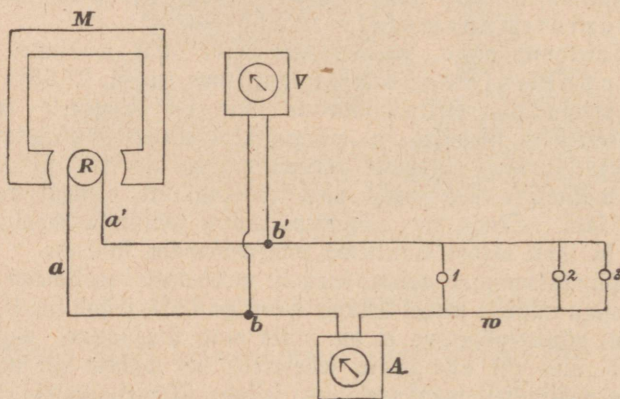
Sihtja regulerimise juures woiwad haruwoolumasinaid kõige hõlpsamine alalise põnewusega woolu wälimise woolu tee iga-sugusel takistusel wälja saata. Sellepärast ongi enamiste haruwoolumasinaid tarwitusel.

Dünamo näpistepõnewust võib selleläbi soowitawal suurusel hoida, et magneti traadi feerdudest läbiminewa haruwoolu

teele reguleritaw tafistus, regulator, wahle jatkataffe, nagu seda joonistusel 99 näha wõime. Kui sellel haruwoolu teel tafistus seisab, siis pääseb muidugi wähema tugewusega wool magnetimäsfiwuseft läbi kui ilma tafistuseta, mispäraft siis ka elektromagneti jõud ja selleläbi masina näpiste põnewus wäheneb Regulatori tafistusi wähendades kaswab magnetimäsfiwuse wool ja selle järeldusena ka diinamo näpistepõnewus. Nõnda wõib siis regulatori tafistusi wähendades ehk suurendades diinamo näpistepõnewust soowitawal kõrgusel hoida, mida woltmetri näitamiste waral igal ajal kontrollerida saab. Regulatori ehitust ja tegewust kirjeldasime juba eelpool (w. II, 31). Harilikult on ta niisuguse wälimusega, nagu seda joon. 33 fujutab.

13. Diinamomafina woolu mõetmine.

Peale näpistepõnewuse (woltides) on iga diinamo juures weel tarwilik teada, misfuguse tugewusega (amperides) wool



106. Diinamo woolutee kawa.

wälimises wooluringis liigub. Woolutugewust mõedetaffe muidugi ampermetri abil amperides. Kudawiisi diinamo woolutee woltmetriga, ampermetriga ja wälimisel wooluteel olewate aparatidega (lampidega, motoritega jne) ühenduses seisab, seda fujutab ülewaatlikult joonistus 106. Seal on: M diinamomafin, R selle ankur, a b a¹ b¹ traadid, mis ankurt R näpistega b ja b¹ ühendawad, V woltmeter, A ampermeter, 1, 2, 3 jne lambid, motorid jm.

Nagu joonistusest filma paistab, lähewad näpistest kaks jämedat peawoolu traati b ja b^1 wälja, mille wahel woolu-
tarwitawad aparadid 1, 2, 3 jne kõrwustikku ühenduses seisa-
wad. Näpistepõnewuse mõetmiseks on woltmetri juhi otsad
näpiste b ja b^1 külge haruühendusena finnitatud. Nõnda läheb
siis woltmetrist ainult pisute haruwool läbi, kuna ampermetrist
terwe peawool piab läbi jooksmas. Elektri jaama siseseadluses
on weel teisi aparate tarwitusel, näit. woolukattendajad,
faitjad jne. Nende üle kõneleme pärastpoole.

14. Elektri tööjõud.

Dünamomasinad sünnitawad woolu selle töö kulul, mis
ankru keeramiseks magnetinabade ees tarwis läheb. Kui dünamo-
masina wool wälimisest wooluteest läbi võib joosta, siis tekib
ankru traatides woolawa elektri tõttu ankru ja magnetinabade
wahel magnetiline jõud, mis ankru liikumist tagasi püüab hoida,
nagu seda Grammi rõnga waatlemise juures lähemalt tähele
panime (w. V, 3). See takistaw magnetiline jõud püüab ühte-
lugu ankruliikumist tagasi hoida, mis pärast siis ka selle takistuse
äravõitmiseks ühtelugu piab ankru ringijooksmise ajal tööd
tehtama. Nõndawiisi võib siis dünamode abil mehanilist töö-
jõudu otsekohese elektriwooluks ümber muuta. Et lugu tõeste nii
on, seda võib lihtsate katsede waral iga dünamo juures koge
findlaks teha. Nii kaua, kuni masina näpised wälimise woo-
lutee kaudu ühendatud ei ole, lasseb ankur end hõlpsaste ja kerge
waewaga ringi ajada. Riipea kui aga wälimist wooluringi jat-
katakse, mis tõttu wool nii hästi läbi ankru, kui ka läbi wäli-
mise wooluringi võib joosta, muutub ankrufäik korraka raskeks
ja ankru ümberajamiseks kulub tubliste tööjõudu ära: meha-
n i l i k t ö ö w ö i, tehniliselt ära tähendades, m e h a n i l i k t ö ö -
j ö u d (energia) m u u t u b e l e k t r i l i k u k s t ö ö j ö u k s
(elektrienergiaks).

Elektri tööjõu mõdeduks ei wõi üksi woolutugewus olla,
waid woolutugewuse ja woolupõnewuse kaswatis. Sellest
saame kergeste aru, kui ette kujutame, et wooluna midagi lii-
kumas on. Iga liikumise juures teeb aga ikka koge suuruse
kaswatis tööjõu wälja. Näituseks weefose tööjõudu ei sünnita
mitte üksi weefogu, mis ülevalt alla langeb, waid ka koge kõr-
gus. Kui torm puid murdes üle maa käib, siis ei olene tema
tööjõud mitte üffinda liikuma õhu kogust, waid ka sellest, mis-
suguse kiirusega ta edasi tungib. Langewa asja tööjõud on seda
juurem, mida raskem ta on ja mida kõrgemalt ta langeb.

Nõndasamati oleneb elektriwoolu tööjõud esiteks sellest, kui suur ta tugewus on, teiseks sellest, misuguse põnewusega ta woolab. Niikaua kuni wool jookseb, on tal igal filmapilgul oma teataw tööjõud sees, mis teatawat tööd jaksab ära teha. Tööd, mida mõni masinawärk ehk ka elektriwool ühe sekundi jooksul ära jaksab teha, nimetatakse masina tööwõimuseks (effektiks), mida hobusejõududes ära määratakse. Hobune võib keskmiselt arwates igal sekundil 75 kg (umbes 4 puuda) ühe meetri (umbes poole sülla) kõrgusele üles tõsta, seega 75 kilogrammeetri wõrra tööd teha. Langeb weefoses igal sekundil 1000 kilogrammi wett 30 meetri kõrguselt alla, siis jaksab kost 30 000 kilogrammeetri wõrra tööd teha ja ta tööwõimus on $\frac{30\,000}{75} = 400$ hobusejõudu suur.

Elektriwoolu tööwõimust ükskõik misugusel woolutee osal arwatakse selleläbi üles, et woolutugewust mõdetawa woolutee otsjadel olewa põnewusewähe peale kaswatatakse. Mõdetakse woolutugewust amperidega, woolupõnewust woltidega, siis tuleb woolu tööwõimust wolt-amperidega ära määrata. Selle nimetuse äratähendamiseks pruugitakse sagedaste sõna watt, ja woolu tööwõimust mõdetakse siis wattidega. Teatawas juhis jookswa woolu tööwõimus on siis niisama suur kui Juhhi otsjade põnewusewähe (woltides) \times woolutugewus (amperides). Sedawiisi saadud arw näitab, kuipalju watti woolu tööwõimus suur on.

Suurte tööwõimuste mõetmiseks tarwitatakse üksusena 1 kilowatti, mis 1000 watti suur on. Niisugusel korral on woolu tööwõimus = $\frac{\text{woltide arw} \times \text{amperide arw}}{1000} = \text{kilowatti}$

736 watti teewad ühe hobusejõu wälja, järelikult on 1 kilowatt = $\frac{1000}{736} = 1,36$ hobusejõudu suur. Nõnda wõime siis iga woolu tööwõimust hobusejõududes ära määrata. Jookseb näit. 20 amperi tugewusega wool teatawas juhis, mille otsjadel 110 woldiline põnewus walitseb, siis on selle woolu tööwõimus = $20 \times 110 = 2200$ watti = $\frac{2200}{1000} = 2,2$ kilowatti = $2,2 \times 1,36 = 2,99$ hobuse jõudu.

Igal sekundil jaksab siis teataw elektriwool teatawa osa tööd ära teha. Piaks näit. $2,2$ kilowattiline wool 10 tundi tegeusel olema, siis oleks äratehtud töö = $2,2 \times 10$ (kilowattid \times tunnid) = 22 kilowatt-tundi suur. Töökogu leiame selleläbi, et tööwõimust ajaga kaswatame, mil wool jooksmas oli.

Sedawiisi saame tööüfused: watt-tund, kilowatt-tund, watt-sekund jne. 1 kilowatt-tund woolu wõib niisama palju tööd ära teha kui 1,26 jõuline masin 1 tunni jooksul (sest et 1 kilowatt = 1,36 hobusejõudu). Et aga 1 hobusejõud igal sekundil jaksab 75 kilomeetert tööd ära teha, siis on woolu 1 kilowatt-tund = 1,36. 75. 60. 60 = 367,200 fgm.

Teadagi, et woolu nii suur töö ainult siis wõimalik on, kui aurumasin dünamomasina ümberajamise peale kõige wähe-malt niisamapalju tööd on ära kulutanud. Tõepoolest piab aurumasin weel enamgi tööd tegema, sest et masinaosade õeru-mise peale ja teiste kahjulikkude takistuste ärawõitmiseks oma-jagu tööd kasuta ära kulub.

15. Kasuliku tegemise kraad.

Terwe wooluringi tööwõimus jaguneb woolutee üfifute osade peale ära. Woolutee igast teatawast tüfist jooksib tea-tawa tugewusega wool läbi, kusjuures selle woolutee tüfi ot-sadel teataw põnewusewähe walitseb, nõnda et selle woolutee tüfi tööwõimuse wälja wõime arwata, kui woolutugewust põne-wusewähaga kaswatame. Woolutee kõikide üfifute osade töö-wõimused teewad terwe woolutee kogu tööwõimuse wälja.

Isëärانىs tähtis on wälimise woolutee töö-wõimus, sest et wälimisel wooluteel ettetulewaid tegewusi (lampidepõlemist, motoridekäimist, galwanoplastikalist tegewust) tulebgi dünamomasina kasulikult tööks pidada.

Wälimise woolutee otsadel walitsew põnewusewähe ei ole muud kui näpistepõnewus. Kui me nüüd masina näpistepõne-wust (woltides) wälimisel wooluteel jooksma woolutugewusega (amperides) kaswatame, siis leiame dünamomasina wälimise tööwõimuse wattides üles, ehk kui me wattide arwu 736 peale jagame, siis saame sellesama tööwõimuse hobuse-jõududes kätte.

Pealeselle wälimise kasuliku tööwõimuse tarwitab iga dünamomasin weel oma enese sees teatawa osa töö-wõimust ära, mille tõttu wool aukru ja magneti traadikeerdudest läbi tungib. Iga masinaehitaja piab muidugi selle eest hoolt kandma, et masina sees äratarwitatud tööwõimus hästi wäike oleks, sest et siis dünamomasina ümberajamise peale kulutatud töö suuremal osal wälimiseks kasulikult tööwõimust üm-ber muutub. Masina wälimise tööwõimuse ja kogutööwõimuse (sisemise ja wälimise tööwõimuse kokkuwõtte) wahelord kannab masina elektrilise kasuliku tegemise kraadi nime, mida protsentides ära tähendatakse. Suuremate masinate juures tõuseb elektri kasuliku tegemise kraad kuni 96 protsendini, kui

masin täie koorma all käib, s.o. kui masina wälimisest wooluringist wõimalikult suure tugewusega wool läbi jookseb. Piaks diinamomasina fogu-tööwõimus näit. 1000 watti suur olema, siis langeks 96% elektri kasuliku tegewuse juures 960 watti wälimise ja 40 watti sisemise tööwõimuse arwesse.

Nüüd tuleb weel ümberajaja masina tööwõimuse ja diinamomasina wälimise tööwõimuse wahkordada tähele panna. Muudugi teada on esimene wiimastest suurem. Seda wahkordada nimetatakse diinamomasina kasuliku tegewuse kraadiks ja tähendatakse samati protsentides ära, nagu elektrilise kasuliku tegewuse kraadigi. Wäikste diinamomasinate kasulik tegewuskraad on 75—80%, suuremate masinate juures ulatab ta kuni 95%. Kui näit. wiimasel juhtumisel 100 hobusejõuline aurumasin diinamomasinat ümber ajab, siis on selle wälimise woolu tööwõimus wõi kasulik tegewus 95 hobuse jõudu suur. Rõnda kulub 5 hobusejõu wõrra tööwõimust diinamo sisemise tegewuse ja teiste kahjulikude takistuste wõitmiseks kasutada ära.

16. Waheldawad woolud on alalistest wooludest ette.

Meie senised waatlemised käiswad ainult niisuguste diinamomasinate kohta, mis alalist woolu sünnitawad, seega alalise woolu diinamomasinate kohta. Kollektori abil wõisime woolusi ankrud mitmesugustest poolidest teatawal järjekorral wõtta ja wälimisele wooluteele alalise wooluna saata. Kui me aga üheainsama pooli woolu kestwalt wälimisele wooluteele saadame, siis piawad seal waheldawad woolud ringi jooksuma, sest et pool waheldawate magnetinabade N ja S ees mööda liikudes oma keerdudesse waheldawa sihiga woolusi, waheldawaid woolusi, jooksuma paneb.

Waheldawate woolude iseäralikka omadusi ei wõetud kaemat aega lähema teadusliku uurimise alla. Waheldawate woolude abil wõib aga elektri tööjõudu palju lihtsamal ja odavamal wiisil kaugele edasi saata ja laiali lautada, kui alaliste woolude abil. Niisugusel asjaolul on järgmised põhjused. Elektri tööjõu edasisaatmine tuleb seda rohkem maksma, mida tugewamad woolud traatides jooksewad, sest et traadijämendus woolutugewusega kaswab, traadid on aga wähest, ja wass on kallid. Sellepärast on peaaegu wõimata pika maa taha juure tugewusega woolusi saata. Peenikesi, odawaid traatise tarwitades wõib aga ainult pisufese tugewusega woolusi edasi saata. Kui me nüüd woolutugewust wähendame, siis piame sama elektri tööjõu saamiseks põnewust sedawõrd suurendama, sest et ainult wattide arw mõneduandew on. Wiimast abinõu ongi odawa-

mate (peenemate) traatidega toimesaamiseks tarwitusele wõetud. Kui me näituseks soowime 3 hobusejõu wõrra elektri tööjõudu edasi saata, mis $736 \times 3 = 2208$ watti wälja teeb, siis wõime feks 20 amperilist ja 110 woldilist ehk ka ainult 2 amperilist aga 1100 woldilist woolu tarwitada. Mõlematel juhtumistel teeks see $20 \times 110 = 2 \times 1100 = 2200$ watti wälja, aga edasi-saatmise korral tuleks esimesel juhtumisel kümme korda suurema läbilõikega traati tarwitada kui teisel juhtumisel, mil woolu-tugewus kümme korda wähem on.

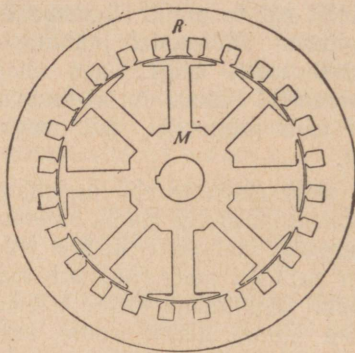
Nagu eelpool tähendasime, wõib masinate abil soowitawa põnewusega woolusi sünnitada. Siiski on alalise woolu dünamo-masinate tegewus sellepoolest piiratud: kollektori liistud seisawad üksteisele kaunis lähedal, ja neid on raste sedawõrd eraldada, et kõrge põnewusega woolu sünnitamise korral sädemed üle ei hüppaks. Senini on korda läinud alalise woolu masinate abil 500—7000 woldi põnewusega woolu sünnitada. Harilikult valmistawad niisugused masinad 110 ehk 220 woldi põnewusega woolu.

Waheldama woolu masinatel puudub üleüldse kollektor, ja neid wõib koguini sedalaadi ehitada, et woolutekitajad poolid täieste paigal seisawad. Seega ei wõi suure põnewuse wastu eraldamise raskus sugugi nii tülikas olla, kui alalisewoolu masinate juures. Neil põhjustel hakataksigi uuemal ajal waheldama woolu dünamomasinaid laialt tarwitama, iseäranis linna-kohal, kus suurepäralised elektrifitsejaamad ainult waheldawaid woolusi ehk allpool kirjeldusele tulewaid keerlewaid woolusi valmistawad ja peenikesi traatise mööda kauge maa taha tarwitusepaikadele laiali saadawad. Iseäranis oma odawuse poolest käiwad waheldama wooluga elektri siseseadlused kõikidest teisest üle.

17. Waheldama woolu dünamomasinad.

Igal waheldama woolu dünamomasinal on kaks peaosa: esiteks terve rida traadipoolise, milledesse woolusi indutseritakse ja mida indutseeriks, ankrutiks wõi armaturiks nimetatakse, ja teiseks, indutserijad magnetid, nimelt elektromagnetid. Magnetide magnetiserimiseks tarwitatakse alalist woolu, mida saadaste koguini eraldiolew alalise woolu dünamo valmistab. Enamiste on aga wiimane waheldama woolu masina wõllile kinnitatud. Töö, mida niisugune alalise woolu dünamo enese ümberajamiseks ära pruugib, teeb terve waheldama woolu masina käimapanemise tööst ainult 1—3% wälja.

Waheldawa woolu masinate ehituse tutvustuseks vaatleme kavalikku joon. 107. Rauast valmistatud välimine rõngas R, millesse indutseritavad poolid paigutatakse, seisab seal liikumata paigal ja ehitab diinamoankrut.

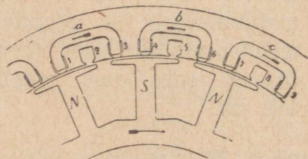


107. Waheldawa woolu diinamo kawa.

Rõnga sees käib aurumagina ajamisel tähesarnane magneti ratas M ümber. Magneti ratta kodara otsfad on waheldamisi põhja- ning lõunanabad. Neid piab iseäralise alalise woolu diinamo wool magnetiserima. Ankrurõnga magnetinabade poole pöördud sisemisele ümbermõedu pinnale on rennid sisse lõigatud. Neid rennisi, mida kolm korda rohkem on kui magnetinabasi, tarwitatakse ankrumäsiwuse paigutamiseks. Sellejärele, kuida traatise rennidesse mäsihitakse, võib aimult mitmetseltji waheldawaid woolusi magneti ratta ringikäimisel valmistada ja wälja faata.

18. Waheldawa woolu masinate mäsiwused.

Pihitsa waheldawa woolu saamiseks paigutatakse traadid, nagu seda 108. joonistusel näeme, rennidesse 1 ja 3, 4 ja 6, 7 ja 9 jne, ning ühendatakse eest poolt, nagu joonistusel näidatud, poolideks a, b, c jne. Sellejuures jäetakse rennid 2, 5, 8 jne wabaks. Rõik poolid on nii laiad, et nende algus- ja lõputraadid ikka wastunimeliste magnetinabade kohale seisma tulewad, nagu näit. pooli a algus 1 seisab põhjanaba N kohal, lõpp 3 lõunanaba S kohal, pooli b algus 4 lõunanaba kohal, lõpp 7 põhjanaba N kohal jne. Kuigi iga pooli alguse- ja lõputraatides wastufihilised woolud tekivad, siisgi võib neid esipoolsete ja tagapoolsete ühenduste abil ühel fihil jooksmata panna ja kõikide poolide woolusi kas järjestikku ehk kõrwustikku ühenduses wälimisele wooluteele faata.



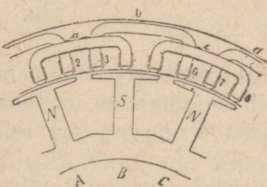
108. Ühejärgulise waheldawa woolu diinamo mäsiwuse kawa.

magneti ratas käib kiiresti ringi, nii et iga pooli alguse- ja lõputraatide all wastunimelised nabad end kiireste wahetawad. Nabade wahetusel wahetab end indukttsiooni põhjal muidugi ka iga

poolis woolufiht. Joonistusel kujutatud nabade seisukorral jookseb wool poolides a ja c pahemale poole, sest et nende algused ja lõpud ühesuguste nabade induktiooni mõju all seisawad, kuna poolis b wool paremale poole jookseb, sest et selle pooli algul ja lõpul ka teisenimelised nabad seisawad. Nabade uuel wahetusel, mis korraga kõikide poolide juures ette tuleb, wahetab ka kõikide poolide woolufiht end korraga. Nõnda jookseb siis kõikides poolides magnetiratta igal seisukorral teatawa kindla sihiga wool. Tahetakse näit. poolide a, b ja c woolusi järjekstikku ühendada, siis tuleb antru tagapool olew pooli a algustraata (rennis 1) wälimise wooluringi ühe näpitse külge finnitada, lõputraata (rennis 3) pooli b lõputraadiga (rennis 6) ühendada, pooli b algustraata 4 jälle pooli c algustraadi 7 külge ühendada, kuna pooli c lõputraata 9 wälimise wooluringi teise näpitse külge finnitatakse. Magnetiratta joonistusel kujutatud seisukorral tungiks siis wool traadi 1 seest näpitse kaudu wälimisesse wooluringisse, sealt läbi joostes piats ta teise näpitse kaudu traati 9 mööda ettepoole, 7 mööda tahapool, 4 mööda ettepoole, 6 mööda tahapool, 3 mööda ettepoole, 1 mööda tahapool ja sealt jällegi esimesesse woolu nabanäpitsasse jooksmata, sest et antru eespool traadid 1 ja 3, 4 ja 6, 7 ja 9 ühenduses seisawad, antru tagapool jälle traadid 3 ja 6, 4 ja 7. Riipea kui magnetiratta keeramisel nabad end wahetawad, s.o. kui praeguste põhjanabade seisukohale lõunanabad, lõunanabade seisukohale põhjanabad asuwad, wahetab end ka woolufiht kõikides poolitraatides ja sedawiisi saadawadgi poolid wälimisest wooluringist waheldawat woolu läbi.

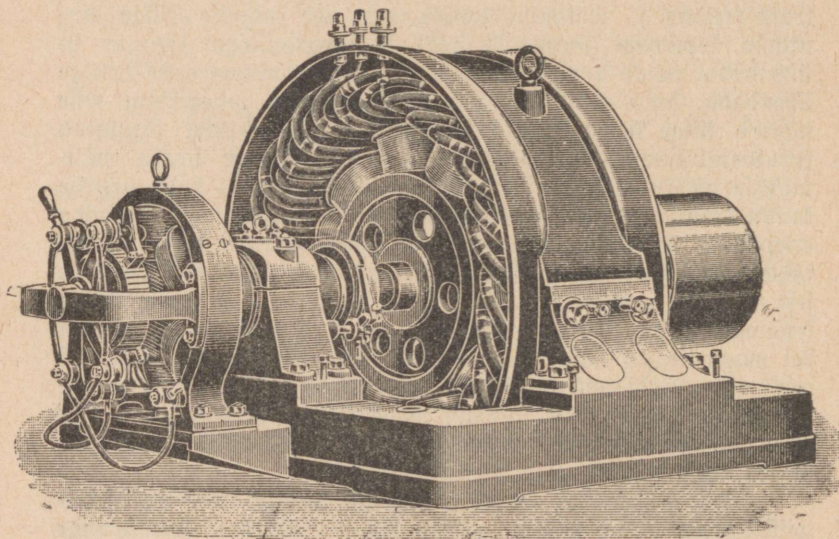
Nendes samades rennides olewaid traatise wõib weel sedawiisi ühendada, et terwes antrus kolm iseseiswat wooluringi tekiwad, milledest samati waheldawad woolud läbi käiwad, kuid woolufihi wahetus ei sünni kõikides wooluringides mitte ühekorraga, waid üksteise järele. Sedaseltgi waheldawad woolud kannawad kolmewahetusewoolu wõi keerlewa woolu nime.

Keerlewate woolude sünnitamiseks tuleb ankrupoolid nõnda mäsida, nagu seda 109. joonistus ülewaatlikult kujutab. Esimine mäsfiwus a paigutatakse rennide 1 ja 4 sisse, teine mäsfiwus b 3 ja 6 sisse, kolmas mäsfiwus c 5 ja 8 sisse jne, nõnda et ühtgi renni wabaks ei järe. Nagu joonistusest filma paistab, seisab ühel ajal pool a kahe wastunimelise naba keskkohal, kuna pool b magneti-



109. Keerlewa woolu mäsfiwuse kawa.

nabade alguse ja pool c lõpu kohal seisab. Sel ajal, kui indutseritaw waheldaw wool poolis a parasjagu oma kõige suurema tugewuseni on paisunud, hakkab ta poolis c alles paisuma, kuna pooli b wool wiimase wõimaluseni juba kahanenud on — muidugi sel tingimisel, kui magnetiratas sellanäitajate liikumise sihil ümber käib. Pooli d traadid seisawad jällegi wastunimeliste nabade keskpaigal, kuna selle pooli pahemal ja paremal pool küljes jällegi isepoolid seisawad. Seda wiisi jaguneb terve ankrumäsjiwus magnetinabade järele kolme-



110. Keerlewa woolu dünamo

seisukohalisteks poolideks: ühede poolide indutseritawad traadid seisawad wastunimeliste nabade keskpaiga kohal, teiste omad nabade pahema osa kohal, kolmandate omad jälle nabade parempoolse osa kohal. Ühesugusel seisukohal olewaid poolisi järjestikku ühendades saame kolm iseseiswat wooluteed. Nende algused ühendatakse masina väljaspool olewate kolme näpitse külge, kuna kõige kolme woolutee lõpud üksteisega otskoheses ühenduses seisawad. Kolme nimetatud näpitse kaudu võib siis keerlewat woolu kolme iseseiswat traati mööda wälimisele wooluteele saata.

Keerlewa woolu masina wälimust kujutab 110. joonistus. Seal näeme tugewate nabadega magnetiratast, mis ümberkäies

paigalseiswa raudankru sees olewate poolide traatifi indutserib, nõnda et kolmejärgulised waheldawad woolud wõi keerlewad woolud tekivad. Wiimaseid saadetakse wälimisele wooluteele kolme näpitse kaudu, mis ankrurõnga ülemas osas silma paistawad. Suure keerlewa woolu masina wõlli otja on ka wäikese alalise woolu masina ankur finnitatud, mis ümberkäies magnetiratta traadi keerdudest tarwilist woolu läbi saadab ja seega nabad magnetismust üleweel piab.

Waheldawa woolu masinate põnewuse muutmiseks tuleb magnetismuse äratawat woolu samati regulerida, nagu haruwoolumasinategi juures. Magneti woolu tugewuse kaswamise ehk kahanemise kohaselt kaswab ehk kahaneb ka waheldawa woolu põnewus.

19. Waheldawa woolu mõetmise korraldus.

Waheldawa ja keerlewa woolu põnewuse ja tugewuse mõetmiseks pruugitakse samuti woltmetert ja amperemetert nagu alalisegi woolu mõetmisel. Mõlemad mõeduriistad on otse masina lähedusele üles seatud. Lihtsa waheldawa woolu wõi ühejärgulise waheldawa woolu mõetmisel wõib ühe ainsama woltmetriga ja amperemetriga toime tulla. Woltmeter seisab masina näpistega wälimise wooluringi kõrwal haruühenduses, kuna amperemetrist terwe peawool läbi läheb. Sellewastu tuleb keerlewa woolu mõetmisel, kus wool kolme juhi kaudu käib, iga kahe juhi (1. ja 2., 1. ja 3., 2. ja 3. juhi) wahela oma woltmeter üles panna, kuna igas juhis jooksew wool oma amperemetrist läbi käib. Põnewuse wahela mõetjad woltmetrid seisawad siis haruühenduses 1. ja 2., 1. ja 3., 2. ja 3. näpitse wahela, woolutugewuse mõetjad amperemetrid jälle otsekohe esimeses, teises ja kolmandamas juhis.

Waheldawa woolu mõetmisel wõib osalt neidsamu mõeduriistu tarwitada, nagu alalisegi woolu mõetmisel. Kui mõeduriista tegewus sellepeale on põhjendatud, et woolu läbimine misel traadipool pehme raua tüükifest enese sisse tõmbab, siis wõib jeda riista ka waheldawa woolu mõetmisel tarwitada: rauatüükite tungib igatahes pooli sisse, käigu selle keerdudest kas alaline ehk waheldaw wool läbi. Ainult mõeduriistade näitamiselauda tuleb waheldawate woolude kohaselt sisse seadida. Harilikult walmistatakse waheldawa woolu mõeduriistu dünamometri ehituse põhjusemõttel (w. III, 13).

20. Dünamomasinate ja galwanielementide woolu hindamine.

Kuigi waheldawaid woolusi keerulisem on käsitada kui alalisi woolusi, siisgi wõivad juba ka waheldawa woolu dünamomasinad oma kasuliku tegewuse kraadi poolest alalise woolu dünamomasinatega wõistelda: mõlematseltsi masinad muudawad nende ümberajawa aurumafina töowõimust 85—95% elektritöowõimuks ümber.

Sellest wõime aga kohe järeldada, miks dünamomasinad odavamalt woolu walmistawad kui galwanielemendid.

Galwanielementide tegewuseajal hakkab negatiwline elektrod (metall), nimelt tsink, happe sees alati ära sulama: galwanielemendi elektriline tööjõud tuleb teatawa osa tsingi ärapõlemisest (oksiderimisest) süehapu sees. Sellewastu walmistawad dünamomasinad elektriwoolusi kas antru ehk magnetiratta keeramise peale kulutatud töö tõttu. Kui neid gaasi- ehk aurumafinate abil käima aetakse, siis sünniwad elektriwoolud kaudselt sellele osa süe ehk gaasi läbi, mis auru- ehk gaasimafina ümberajamiseks ära põles. Nüüd wõib kummalgi juhtumisel ärapõletatud materjali töowõimu ja hinda wõrreldes ka dünamomasinate ja galwanielementide abil sünnitatud woolude wõrdlewat hinda lihtsalt wälja arwata.

Üks kilogramm täieste oksideritud (ärapõlenud) tsinki sünnitab 550 kaloria¹⁾ wõrra soojust. Ütleme, et see soojus täielikult elektriliseks tööjõuks ümber muutub, mis ka ligilähedalt sünnibgi. Sellewastu annab aga 1 kg sütt ärapõlemisel 8000 kaloriat. Sellest 8000 kaloriast muudab aurumafin ainult 8%, s.o. 640 kaloriat kasulikuks tööks ümber. Sellest arwust läheb weel umbes 10% dünamomasina õerumise ja otstarbeta soojendamise peale kasuta kaduma, kuna 90%, seega umbes 570 kaloriat kasuliku töö peale ära kulub, s.o. elektriwooluks ümber muutub.

1 kg tsinki wõib siis 550 kaloria wõrra elektritööjõudu walmistada, 1 kg sütt jälle 570 kaloria wõrra. Seega on nende töowiljakus küll peaaegu ühesugune, aga 1 kg tsinki maksab umbes wiisteistkümmend korda rohkem kui 1 kg sütt. Nõnda tuleb siis galwanielementide abil sünnitatud wool wiisteistkümmend korda rohkem maksma, kui niisamafugune dünamomasina wool.

¹⁾ Kaloriaks nimetatakse soojusekogugu üksust. Kui üks liiter wett ühe kraadi wõrra soojemaks tehtakse, siis on 1 kaloria soojust ära kulunud. Soojus wõib tööd teha. 1 kaloria soojust sisaldab 425 kilogrammeetert tööd.

Sellest arvamise näitusest selgub, et elektriwoolu suurel wiisil sünnitamine dünamomafinate abil palju kasulikum on, kui galwanielementide abil.

Dünamomafinad wõiwad siis mehanikalist tööjõudu soowitawal suurusel otsekohe elektritööjõuks ümber muuta. Meiepäiwil ehitatakse juba nii suuri dünamomafinaid, mis 5000 hobusejõulise töowõimuga elektriwoolu walmistawad, s.o. 5000 hobusejõu wõrra tööd elektritööjõuks ümber muudawad.

VI.

Elektriwoolude töötegevus.

1. Dünamomafin ja elektrimotor.

Dünamomafinad muudavad mehanilise töö otsekohe elektritööjooks ümber. Aga nad võivad veel enamgi teha: nad võivad, ümberpöördult, elektritööjõu jällegi mehaniliseks tööks muuta.

Iga magnetoelektri ehk dünamoelektri alalise woolu masinat võib nimelt kahel viisil tarvitada. Kui selle ankurit tööfulul magnetinabade ees ümber jooksmata pannakse, siis sünnitab masin induktiooniwoolusi, nagu seda eelmises peatükis pikemalt vaatlesime, ja esialgu ehitatigi dünamofin ainult sel otstarbel. Kui me aga magnetinabade ankrufeerdudest mõne välimise wooluallika alalisel woolul laseme läbi joosta, siis hakkavad magnetinabad ankrupoolides käiwa woolu peale oma jõulist mõju avaldama ja panevad selleläbi ankrut pahema käe juhtmõtte põhjal (w. lhf. 73) ümber jooksmata. Ümber joostes võib aga ankur võlli otsas olewa rihmaratta abil omakorda teisi masinaid ümber ajada, seega tööd teha. Misjulguse allika woolu tarvitame, see on ükskõik: me võime kas galvani- ehk thermo-elementidest või mõnest teisest dünamomafinast või ka linna elektrifeskjaama juhtidest woolu võtta ja seda ankrust ning magnetifeerdudest läbi saata, mis järeldusel ankur ikka ümber jooksmata hakkab. Tööd teeb siis elektriwool, kuna dünamomafin woolu võimu tööks ümber muudab. Niisulgusel korral kannab dünamomafin elektrimotori (ümberajaja) nime. Lühidalt:

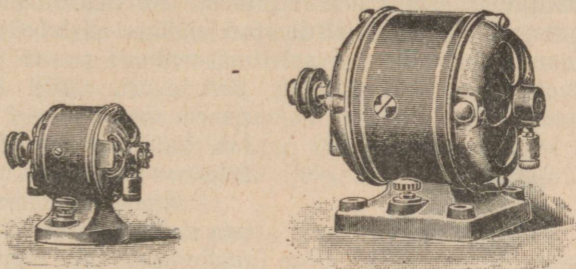
Dünamomafin valmistab välimisel tööjõul, mida ümberajamise peale ära tulutatakse, elektriwoolu, elektrimotori jaoks jälle väljastpoolt tulewa elektriwoolu abil teisi masinaid ümber. Ehk:

Dünamomafin muudab välimise mehanilise tööjõu elektriwooluks ümber, elektrimotor muudab jälle väljastpoolt tulewa elektriwoolu mehaniliseks tööjõuks ümber.

2. Elektrimotorid.

Dina ehituse poolest on need elektrimotorid, mis alalise woolu abil käiwad kas pea- ehk haruwoolumotorid.

Enamiste tarwitatakse haruwoolumotorisi, iseäranis sel juhtumisel, kui elektriwoolu otsekohe keskjaama juhtidest wõib wõtta, nagu see harilikult linnapaigus sünnib.

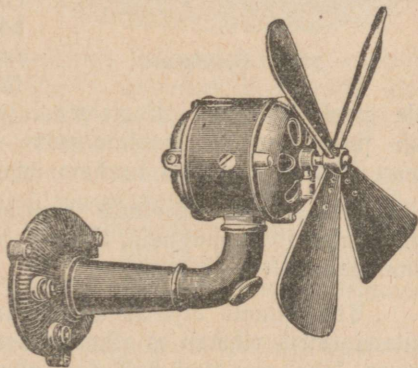


111, 112. Elektrimotorid.

Joon. 111 ja 112 kujutawad sedalaadi elektrimotorisi. Neist on ühel $\frac{1}{100}$, teisel $\frac{1}{6}$ hobusejõudu. Oma ehituse poolest tuletawad nad dünamomafinaid meelde: nende metallist ümbris sisaldab wäljamagnetisi, ankurt kollektoriga ja selle liistude peal libisewaid harjasi, kuna pahemal pool wõlli otsas soonega rihmaratas seisab.

Elektrimotorite tarwitamine on hästi laialdane: pea igas tööstikuharus ja igal otstarbel wõiwad nad hõlpsaste ja korrapäraselt töömafinaid ümber ajada.

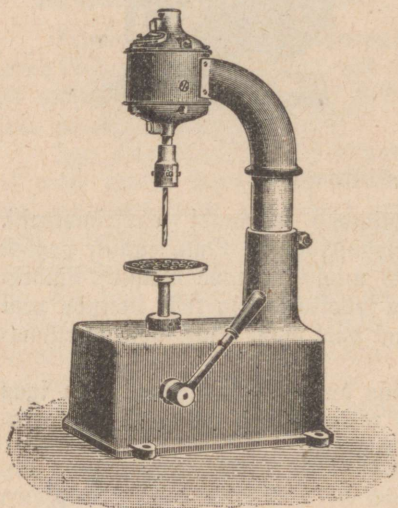
Üleüldse käiwad elektrimotorid, iseäranis vähemad, väga kiireste ümber. Motori läbi töömafina käimapanemiseks tuleb muidugi teatawaid kohaseid ühendamise abinõusi tarwitusele wõtta. Piab töömafin ka kiireste ümber jooksmas, siis on kõige lihtsam motorit ja töömafinat ühise wõlli otsa paigutada, ja siis käib töömafin motori ajamisel ja motori jooksfuurusel ümber. Näit.



113. Elektriventilator (tuulutaja).

elektriventilatorid (tuulutajad) on sarnasel põhjusmõttel walmistatud: tuulutaja tiivad finnitatakse otsekohe elektrimotori wõlli külge, nagu seda joon. 113 kujutab. Ventilatorid,

mis umbes 60 wati (wähem kui $\frac{1}{10}$ hobusejõu) wõrra elektritööjõudu enese tegewuselhoidmiseks ära tarwitawad, jaksawad ühe tunni jooksul 1800 cbm (1800 kuubikmetert, umbes 180 kubikfülda) õhku läbi kihutada. Ka tsentrifugad, näit. koorelahutajad, seisawad elektrimotori wõlliga otskoheses ühenduses, samuti puurimise- ja polerimisemasinate puurid ja poleerimiseraud. Zoon. 114 kujutab elektripuuri, millel keerama-



114. Elektripuur.

panew motor ülehel pool seisab, kuna puur ise selle wõlli külge on finnitatud.

Enamiste ühendatakse aga elektrimotori töötegewate masinatega kas rihmade ehk nõõride abil.

Töömashin on mõnikord enam, mõnikord vähem k o o r m a t u d. Sellekohaselt piab siis ka elektrimotor kord rohke- mal, kord vähemal mōedul tööd tegema. Jäeb motori näpiste põnewus muutmata, mis harilikult sünnibgi, siis tuleb woolutugewust tööroh- kuse kohaselt kas wāhendada ehk suurendada. Seda wõib hōlpjaste regulatori abil korraldada (w. II, 31). Selle kōepidest lihtsalt ühele ehk tei-

sele poole liikates jatkame wooluteele enam ehk vähem takis- tusi fiske, mislābi woolutugewus kas wāheneb ehk suureneb, nagu seda juba warem tundma õppisime.

Suured elektrimotorid panewad wabrikuruumides wāga mitmesuguseid töömashinaid, kraanisi ja winnasi kas rihmade ehk hammasrataste abil kōima.

Töömashinaid otskohese aurumashina jõuga ümberajades tuleb mitmekordseid rihmashi ja rihmarataste wõllisi abiks wōtta. Selle- juures läheb muidugi hulk tööjõudu ilmaegsete õerumiste peale kasuta kaduma, ühtlasi ei wõi aurumashina jõudu rihmade ja rihmarataste wõllide (transmissionide) abil kuigi kaugele edasi saata. Tuleb tähendada, et wabrikus mitte kōik mashinad ühel ajal tegewusel ei ole. Seisaksiwad kōik töömashinad peale ühe- ainsama, siis piaks kōikide masinate ühine rihmarataste wõll selle

ühe tegewusel olewa töömasina pärast ikkagi liikuma ja selleläbi ilmaegset tööjõukulu weel suurendama.

Elektrimotorisi tarwitades ei tee töömasinate laiiali- ja kaugelelemine ühtigi iseäralist tüli: elektriwoolu wõib juhtide kaudu kui kaugele tahes wäheste waewaga edasi saata, ühised transmisioni wõllid puuduwad, iga töömasin wõib oma motori abil igal ajal iseseiswalt ja teisi masinaid segamata kas käia ehk seista: iga elektrimotor tarwitab niipalju elektrijõudu, kui palju ümberaetaw töömasin oma töötegemise peale just ära kulutab. Elektrimotorid wõiwad iseseiswalt ja wäheste tööjõu kasuta kulutamisega töötada.

Isäärانى mäekaewanduses leiab elektritöötegewus laialist tarwitamist: elektriwoolujuhtisi wõib igale poole hõlpsaste sisse seadida, elektrimotorid ei sünnita kardetawaid plahwatusi, ja nende paigutamiseks ei kulu kuigipalju ruumi ära. Sellepärast käitawad nad seal pumpasi, wentilatorisi, puurimisemasinaid, tõsteabinõusi jne.

Elektrimotorid seisawad alati tegewusewalmid — regulatori wändast käänates hakkawad nad kohe jooksuma —, nad ei ole tulekahju- ega plahwatusekardetawad ja oma ülesseadimiseks tarwitawad nad õige wähe ruumi. Wäikeste gaasi- ehk aurumasinatega wõrreldes on nad hulga odawamad ja oma tegewuse ajal tarwitawad nad ümberaetawa masina töörohke kohaft elektrijõudu ära.

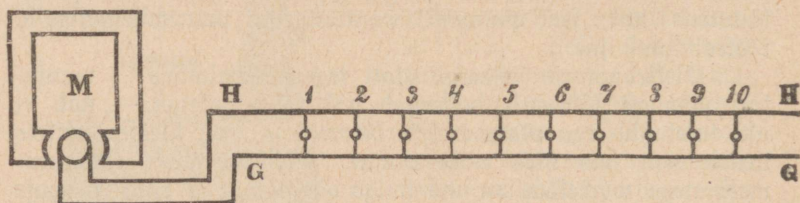
5. Elektritööjõu jautus.

Elektri töötegewus on iseärانى sellepoolest tähtis, et võimalik on õige wäikesi, näit. alla $\frac{1}{2}$ hobusejõulisi motorisi üles seadida ja tegewusel hoida. Niisugusid pisufesi jõumasinaid läheb iseärانى wäikestele töökodadele hädaste tarwis, kus kallide gaasi- ehk aurumasinatega nõutamine üle jõu käib. Linna-paikades, kus kesijaamas suured aurumasinad elektriwoolusi sünnitawad ja juhtidewõrgu kaudu linna mööda laiiali saadawad, wõib juba $\frac{1}{60}$ hobusejõulisi motorisi üles seadida, mis odawad on ja odawaste töötawad, kusjuures woolutarwitamine tehtawa töörohke järele käib.

Niisugusel jõujautusel on rahwamajanduslisest küljest waadates hästi suur tähtsus: sellejärele wõib igasse soowitawasse paika suuremaid ehk wähemaid jõumasinaid tööstiku tarwitamiseks tegewusele panna. Elektriwoolu ennast sünnitatakse niisugusel korral suurtes kesijaamades kas masinate ehk weekose jõul ja saadetakse juhtidewõrgu kaudu igalepoole laiiali: ühe suure dünamomasina wool paneb palju wäikesi elektrimotorisi käima,

fusjuures iga üksik motor teatawal mōedul tööd wõib teha. Refkjaama jõujautus üksikute motorite wahel on sedawiiši korraldatud, et kõik motorid täieste iseseiswalt ja teiste motorite tegewust takistamata töötada ehk seisda wõiwad.

Rõige lihtsamal wiisil wõib seda ulesannet motorite kõrwustikku ühendamise läbi ära täita, nagu see elektriwalgustamisegi jautuse juures tarwitusele on wõetud. Motorid, milledest igaüks isepaigas töötab, on keskjaamast tulewa wooluringiga kõrwustikku ühendatud. Niisugust kõrwustikku ühendamist kujutab kawalikult joon. 115. Seal tähendab M wooluwalmistajat dūnamomasinat, 1, 2, 3 kuni 10 — elektrimotori, mis kahe peawoolu juhi H H ja G G wahele kõrwustikku on ühendatud, nii et igastühest oma haruwool läbi läheb. On peajuhtide takistus wäike (neid wõib ju soowitawa jämedusega



115. Elektrimotorite kõrwustikku ühenduse kawa.

wõtta), siis walitseb H H ja G G wastamisi seiswate punktide wahel igalpool pea niisama suur põnewusewähe, nagu dūnamomasina näpiste wahelgi.

Töö suurus, mida iga motor sekundi jooksul jaksab ära teha, leidub motori näpistepõnewuse ja läbiminewa woolu tugewuse kaswatistest. Saadud arv tähendab wattisi. Jäeb näpistepõnewus muutmata, siis oleneb iga kõrwustikku ühendatud motori woolutugewus ainult tehtawa töö suurusest. Motori näpistepõnewust piab siis alalisel kõrgusel hoidma, sest et niisugusel korral iga motor täieste iseseiswalt töötab. Seisawad aga kõik motorid kõrwustikku ühenduses ja on peajuhtide takistus hästi pisuke, siis järgneb sellest, et ka woolusünnitajal dūnamomasinal ühesugune muutmata näpistepõnewus piab olema, sellepeale waatamata, misugune takistus wälimisel wooluteel eel seisab. Haruwoolu dūnamomasinate näpistepõnewust wõib kergeste ühesugusel kõrgusel hoida, nagu seda warem juba tundma õppisime (w. V, 11, 12, 13). Sellepärast on wõimalik just haru woolu dūnamomasinate abil elektri töõjõu jautust (tüfati laialisaatmist) täieste fordaminewalt toime panna.

4. Elektri tööjõu edasikandmine.

Nagu warem tähendatud, on see ükskõik, misjulgusest allikast elektrimotori tarwis woolu wõtame, kas galwani- ehk thermolementidest ehk ka dünamomafinatest, nagu see harilikult sünnibgi. Wiimisel juhtumisel kantakse jõudu, õigem, tööd, ühest paigast teise, sellepärast tähendame seda juhust elektri tööjõu edasikandmise nimega ära.

Põhjusemõttelikult ei ole üksigi elektri töötegewus muud midagi, kui jõu edasikandmine. Kui näit. keldriruumis gaasimafin dünamomafinat ümber ajab ja wiimase woolud mitmesugustes majakordades õõglampisi ja looklampisi walgustama panewad ehk elektrimotorisi jooksa ajawad, siis oleme juba gaasimafina jõu, õigem, gaasimafina läbi tehtud töö maja mitmetesse kordadesse walgustamise ehk töötegemise kujul edasi kandnud. Niisugusel juhtumisel ei kõnelda aga mitte jõu edasikandmisest, sest et kaugus jõu sünnituse ja jõu tarwituse koha wahel kuigi suur ei ole — nii kaugele wõiks jõudu ka rihmade ja rihmarataste abil edasi saata. Jõu edasikandmiseks nimetatakse harilikult niisugust juhtumist, kus jõu sünnituse ja jõu töölepanemise koha wahel nii suur wähe on, et seda ainult elektri abil wõib hõlpsaste ära wõita, kuigi põhjusemõttelikult jõu edasikandmine ikkagi jõu edasikandmiseks jääb, olgu tähendatud wähe pikk ehk lühike.

Elektrijõu edasikandmisel muudetakse esiteks aurumafina ehk weejõu töö dünamomafina abil elektriwooludeks. Reid lastakse traatjuhtisi mööda soowitawa kaugusele edasi tungida ja seal teisest dünamomafinast, s.o. elektrimotorist läbi joosta. Wiimase ankur hakkab ringi käima, kusjuures ta mõnda teist mafinat kas rihmade ehk hammasrataste abil tööd tegema paneb. Muidugi wõiwad mõlemad dünamomafinad, wooluwalmistaja — dünamo ja woolu wastuwõtja — motor, üksteisest kui kaugel tahes seista. Selleläbi oleme aga tööjõu ühest paigast teise edasi kandnud.

Jõu edasikandmist on kasulik sel wiisil toimetada, et elektriwoolusi seal sünnitatakse, kus mafinate käimapanemise jõud odawaste saadawal on, ja siis woolusi sinna saadetakse, kus mafinate tööjõud kalliks maksma tuleb. Elektri tööjõu edasikandmist toime pannes lastakse peaaesjalikult eemalolewaid weefoski turbinide abil dünamomafinaid ümber ajada. Loodus ise pakub meile külluslise käega seda tööjõudu, mida weefoskedest ja üleüldse woolawast weest leiame,

ja selle tööjõu tarvitamine on hästi odaw, sest et ainult esialgne sisseadmine suuri kulusi nõuab. Kuigi sarnasel elektritööjõu edasikandmisel umbes 25%, seega neljas osa tööst kaduma läheb, siiski on see väga paljudel juhtumistel hästi kasulik ettevõtte: me paneme looduse enese poolt pakutavaid jõudusi meile kasulikku tööd tegema, jõudusi, mis muidu meile täieste kaduma lähewad. Ja tööpoolest edenebgi wiimasel ajal elektri abil weejõu kaugele edasikandmine suurte sammudega. Sellepoolest on iseäranis Schweits head eeskju näidanud, ja teised maad, nagu Baier, Norramaa, Põhja-Amerika jm püüawad usinaste järele teha. Sellepärast tekiwad uueal ajal suurte weefoskede ümbrusesse terwed tööstikulinnad.

Tuleb weel tähendada, et paljudel juhtumistel lihtsalt kasulik on elektri abil jõudu edasi kanda ja tarvitajatele kätte muretseda, iseäranis sel korral, kui waja on terve rida üksteisest eemal olewaid wäikesi masinaid käima panna. Teatawaste tarwitawad wäikesed aurumasinad iga hobusejõu kohta kaks kuni kolm korda rohkem süsa kui suured, näit. 50—100 hobusejõulised aurumasinad. Selleasemel nüüd, et hulk üksikuid wäikesi aurumasinad ules seadida, on palju kasulikum üks suur aurumasin käima panna ja selle tööjõudu elektriliselt edasi kandes üksikute, teineteisest eemal olewate elektrimotoride wahel ära jautada. Sarnaseid sisseadlusi nimetatakse ülemalisteks elektriskeeljaamadeks: suurte aurumasinade abil sünnitatud elektrivoolu si saadetakse sealt juhtide kaudu tarbepaikadesse ümberingi laiali.

Elektrilisel teel töö edasikandmine nõuab teadagi terve ria otstarbekohaseid masinaid ja aparati. Kõige esiteks läheb muidugi jõumasinat, motorit, tarwis. Selleks wõib kas weewõ auruturbin, gaasi- ehk aurumasin wõi wesi- ehk tuulerattas olla. Jõumasin paneb dünamomasina liikuma, ja wiimane muudab mehanilise töö elektriks ümber. Seda dünamomasinat nimetatakse esidünamomasinaks. Esidünamomasina woolu si juhatakse traatjuhtide kaudu eemal olewa teise dünamomasina wõi teisenddünamomasina sisse, mis läbi selle ankur ringi käima ja tööd tegema pannakse. Nõnda piab iga elektrilise jõu edasikandmise juures kõige wähemalt üks jõumasin, üks esidünamomasin ja üks teisenddünamomasin tegewusel olema.

Paneme nüüd neid wahelkõrda terawamine tähele, mis sarnase jõu-edasikandmise juures ette tulewad.

Rogutöö, mida aurumasin ehk turbin igal sekundil esidünamomasina peale üle kannab, jaguneb seal järgmisteks tegewusteks:

Rõige esiteks piab esidünamomasina õerumisetakis = tusi ära wõidetama.

Teisjeks tekiwad esidünamo metalli ofadesse indukttsioni-woolud, n. n. tuisuwoolud, mis soojusjeks muutuwad ja masina töötegewust samati wähendawad nagu õeruminegi.

Kolmandeks sünnitab jõumasina töö esidünamos elektromotorlise jõu, mille waral wool terwest waheljuhust ja teisenddünamost läbi piab tungima.

Esidünamo kogu-töowõimus wattides on siis elektromotorlise jõu ja woolutugewuse kaswatise suurune. Sellest kogu-töowõimusest läheb aga esidünamos üks osa soojusjeks muutudes kaduma, ja see osa töowõimusest, mis dünamost wäljapoole, s.o. juhtidesse ja teisenddünamosse saadetakse, on esidünamo näpistepõnewuse ja wäljapoole minewa woolu tugewuse kaswatise suurune.

Töowõimus wälmisel wooluteel jaguneb omakorda kahte tegewusesse. Esiteks kulub üks osa sellest esi- ja teisenddünamo wahel olewate woolujuhtide soojendamise peale ära, nagu seda allpool tundma õpime. Seda kadumaminewat tegewust nimetame tööjõukautusjeks juhtides. Majandusliselt waadates tähendab ta kahju, ja sellepärast piame teda wõimalikult wähendada püüdma. Ülejäänud osa töowõimusest paneb nüüd teisenddünamo käima.

Jõu edasikandmise tegewuses on ainult wiimane osa tähtis. Teisenddünamo näpistel walitseb teataw näpistepõnewus. Kui me selle nüüd woolutugewusega kaswatame, siis leiame teisenddünamo poolt wastuwõetawa töowõimuse wattides.

Teisenddünamo poolt wastuwõetaw töowõimus kulub osalt esiteks õerumise ärawõitmisejeks, teisjeks soojuse sünnitamisejeks kasuta ära, kuna ülejäänud osa kasulikult selle töötegemise peale kulub, mida teisenddünamo jõumasina ära toimetab, kui ta näit. töomasinaid ümber ajab, weepumba käima paneb jne.

Wahelord, mida teisenddünamo poolt tehtawa terve kasuliku töö ja esidünamo ümberajamisjeks kulutatud töö wahel leiame ehk, teiste sõnadega üteldes, wahelord esidünamo poolt wastuwõetawa ja teisenddünamo poolt edasiantawa töö wahel kannab terve jõu-edasikandmise kasuliku töowõimuse nime. See on muidugi seda suurem, mida wähem töowõimust juhtides kaduma läheb. Rautus juhtides on aga seda wähem, mida wäheha tugewusega wool juhtides jookseb.

Sahame nüüd wõimalikult wäikeste kautustega juhtides läbi saada, seega wõimalikult wäikeste tugewusega woolude abil

fiisgi suuri töökogusi juhtisi mööda kaugele edasi kanda, siis piame tarwitatawate woolude põnewust teatawaste sedawõrd suurendama, sest et diinamo poolt tehtaw ehk wastuwõetaw töowõimus ainult woolu põnewuse ja tugewuse kaswatisest oleneb. On woolu tugewus pisike, siis piab woolu põnewus teatawa töö suuruse kättesaamiseks muidugi seda suurem olema.

Näit. on ühel 8 km kaugusele töötawal jõu edasisaatmise siseseadlusel Schweitsis:

esidiinamo näpistepõnewus 1753,₃ wolti,
teisenddiinamo näpistepõnewus 1655,₉ wolti.

8 km pikkades juhtides kahaneb siis põnewus 97,₄ woldi wõrra, nõnda et mõlemate näpistepõnewuste waheford, millest kasulik töowõimus oleneb, $\frac{1655,9}{1753,3} = 0,944$ oli.

Peaks juhid poole pikemad, s.o. 8 km asemel 16 km pikkad olema, siis kahaneks ka põnewus kahefordselt, s.o. teisenddiinamo näpistepõnewus oleks esidiinamo omast 97,₄ woldi asemel terwini 194,₈ woldi wõrra vähem. Tahaksime aga siisgi endist näpistepõnewuste waheforda kätte saada, siis piaksime ainult mõlemate diinamode näpistepõnewust ligilähedale poole wõrra suurendama, nõnda et esidiinamo põnewus umbes 3480 wolti, teisenddiinamo põnewus 3285 wolti oleks. Suuremast kaugusest hoolimata jäeks niisugusel korral siseseadluse kasulik töowõimus endiseks. Nimelt oleks ta $\frac{3285}{3480} = 0,944$.

Nõndawiisi on siis wõimalik ka wõrdlemisi peenikeste traatide abil suuri töökogusi heal tegewuskraadil kauge maa taha edasi kanda. Sellejauks piab ainult mõlematel diinamodel tarwiline kõrge põnewus olema.

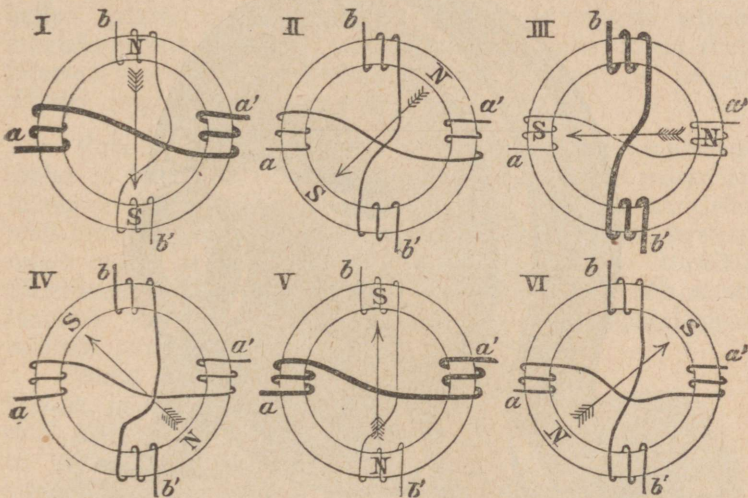
5. Keerlewa woolu motorid.

Kõrgeid põnewusi wõib aga waheldawa woolu diinamodega hulga kergemine kui alalise woolu diinamodega sünnitada, sest et wiimastel hädaohtlikuks segajaks kollektor on, mis esimeste juures täieste puudub: suure põnewuse pärast hüppaks kollektori liistude wahelt elekter sädeme kujul üle, ja woolukäik lõppeks wälimisel wooluteel täieste. Sellepärast tarwitakse siis elektritööjõu kauge maa taha edasikandmisel waheldawa woolu diinamomasinaid, iseäranis keerlewa woolu diinamomasinaid (w. V, 17). Wiimased sünnitawad kolmejärgulist (kolmefaasilist) waheldawat woolu. Selle woolu jauks on korda läinud õige lihtsaid, aga täieste tegewuswõimulisi motorisi valmistada, mis keerlewa woolu motorite nime kannawad.

Rõrge põnewusega keerlewa woolu abil hakkasiwad esimesena (1891. a.) jõu edasikandmise siseseadlusi Berliini üleüldine elektriselts (A. E. G.) ja Derlikoni masinatewabrik toime panema.

Põhjussmõte, misnajal waheldawa woolu motorisi ehitakse, on juba iseendamisi hästi huwitaw. Sellejuures wõetakse nimelt kahe ehk mitme waheldawa woolu paisuwuse wahesi kasulikult tarwitusele.

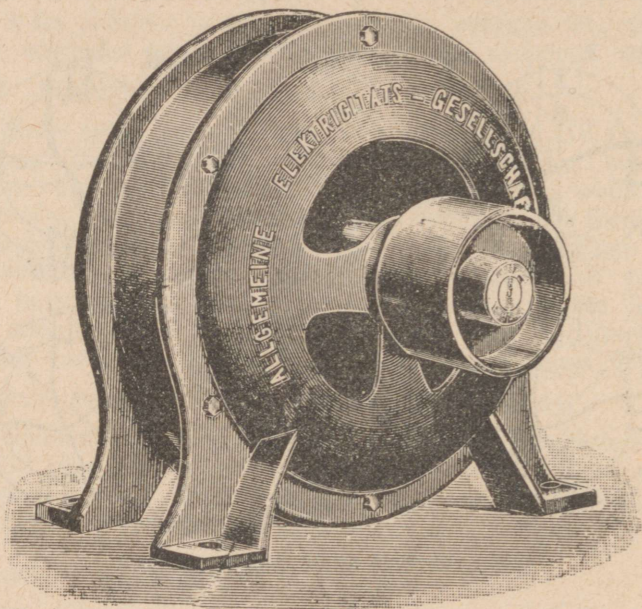
Kui nimelt kaks ehk kolm waheldawat woolu, milledest igaiüks iseajal oma kõige kõrgema tugewuseni paisub ja iseajal



116. Keerlewa woolu paisuwuste kawa.

oma woolusihhi muudab, kui kaks ehk kolm sarnast woolu teatawas korralduses pehmest rauast tehtud rõnga ümber jooksmatawasse, siis hakkab selle rõnga sees olew raud ehk mõne muu metalli tükk ka ringi jooksmataw. Ülewaatlikult kujutab seda põhjussmõtet joonistus 116 I—VI. Seal on paigaldatuna rõnga kahe wastamisi olewa koha a ja a' ümber ühe järgu woolu juht mõnes keerus ümber mäsitud, kuna teise järgu woolu juht 90° wõrd eemal sellesama rõnga ümber ja samati kahe wastamisi koha b ja b' ümber on mäsitud. Mõlemate waheldawate woolude paisuwuste wahel tõttu on teatawal filmapilgul esimene wool oma wõimaliku suuruseni paisunud, kuna teisel woolul tugewus täieste puudub, õigem, teises juhhis ei olegi woolu

(w. kujutus I). Joonistuse erikujutustel I—VI tähendab mäsfiwuste mitmesugune jämedus feerdudes jooksu woolu tugewuse mitmesugust paisuwust. Sellejärele on kujutuses I (joon. 116) wool a a' wõimalikult tugew (jämedad feerud), kuna juhis b b' wool puudub (õige peenifeseid feerud). Raudrõngas magnetiserib end woolu aa' läbi nõndawiiši, et N kohale magneti põhjanaba, S kohale lõunanaba tekib, nagu seda Ampere'i ujumise juhtmõtte järele ära määrata wõib. Sellepärast asuks rõnga fisse paigutatud keeramifewõimuline magnetinõel siis nii-



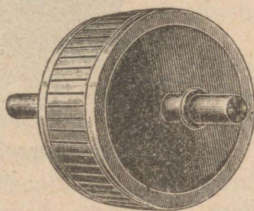
117. Keerlewa woolu motor.

sugusele seisukorrale, nagu seda kujutuses pika noolega ära tähendatakse. Kujutusel II on mõlemad woolud ühesuuruse paisuwusega, raudrõnga magnetinabad liigufiwad N ja S kohale edasi, nõndasamati ka magnetinõel. Kujutusel III on juba wool b b' oma kõige suurema tugewuseni paisunud, wool a a' jälle nullini kahanenud, rõnga magnetinabad N ja S kohtadele edasi nihkunud, ja rõnga magnetismuse mõjul keeraw magnetinõel N ja S kannul ka edasi liikunud. Kujutusel IV hakkab juba wool a a' paisuma, kuid wastupidisel woolufihil, wool b b'

kahanema, magnetinabad NS ja nende kannul käiw magnetinõel nihkuwad jällegi kellanäitajate liikumise sihil 45° wõrra edasi. Selsamal wiisil wältab woolude waheldamisi paisumise käiguford ja järgnew magnetline tegewus edasigi. Sellest selgub lõpuotsus, et kui ühel ajal mitmesuguse paisuwusega waheldawad woolud paigalseiswa raudrõnga keerdudest läbi käiwad, siis hakkab selle rõnga sees olew magnedinõel festwalt ringi jooksuma, ja see wältab niikaua wahetpidamata edasi, kuni nimetatud woolud oma tegewust ei lõpeta. Magnetinõela asemel wõib raudrõngasse ka tšilindrit mahutada, mille peale terwe rida endamisi ühenduses olewaid traadikeerdusi on mäsitud, ja tšilinder hakkab samati ringi jooksuma: tšilindri keerdudesse tekiwad induktsionitegewuse põhjal samati woolud, mida rõnga edasiliikuwad magnetinabad külge tõmbama hakkawad ja selleläbi tšilindri ringi jooksuma panewad.

Rahe isesuguse waheldawa woolu asemel wõib raudrõnga ümber ka kolm ühel ajal isepaisuwusega waheldawat woolu wõi kolmepaisuwusega waheldawat woolu ringi käima panna. Seda wiisi saamegi keerlewa woolu motori. Üht sarnast keerlewa woolu motori kujutab joon. 117. See on Berliini Üleüldise Elektriiseltsi (A. E. G.) wabritsus. Selle motori wälimise mantli sünnitab raudrõngas, mille seespoolses pinnas waheldawate woolude kolm isesugust poolideforradust leidub.

Ankur, mida joon. 118 iseäraldi kujutab, jookseb motori raudrõnga sees ringi ümber. Ankru wälimisele pinnale on rida kõrwustikku wafkliistusi paigutatud. Liistude kumbagi otsa ühendawad metallist rõngad. Siinjuures torfab selle motori iseäralsus terawaste filma. Liikuw osa, s.o. ankur ei tarwita ühtegi kollektori, puudutusrõngaid ega harjasi, nagu alalise woolu dünamomasina ankur: liikewa osa liistudesse sünniwad paigalseiswa raudrõnga keerdudes käiwate woolude mõjul otsekohe induktsioniwoolud. Niisugune lihtne ehitus teeb neid motorisi hästi wastupidawaks, sest et just kollektor ja harjad ongi kõige õrnemad ja hõlpsamine rikkimewad osad alalise woolu motoris.

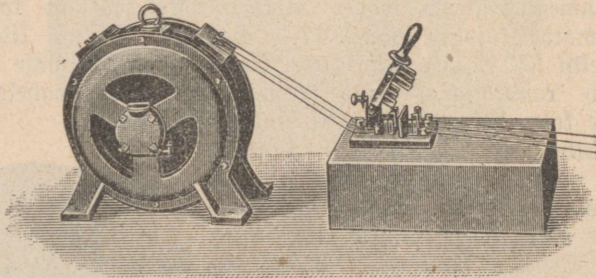
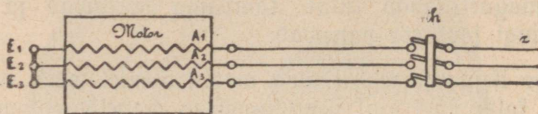


118. Keerlewa woolu motori ankur.

Keerlewa woolu motorisi nimetatakse ka induktsionimotoriteks. Nende ankruwõlli wõib muidugi harilikul wiisil töömasinatega ühendada. Nagu lühikesest kirjeldusest selgub, on

nad üllihitsfad. Nende väljamõteldus oli suureks edusammuks waheldawate woolude töötegemisele panemises.

Riisuguse motori käimapanemiseks ei ole muud waja, kui käepidemest finni hoides woolufattendaja maha rõhuda, misläbi kolm kessjaamast tulewat woolujuhti jatkatakse, nagu seda joon. 119 kujutab. Zoonistuse alumises pooles on motor ühes woolujuhtide kattendajaga perspektiwliselt, üllemises pooles ka-waliselt kujutatud. Juhtide kattendajast ja paigalseiswa raud-rõnga kolmest eraldiolewast mässiwusest läbi minnes wõiwad waheldawad woolud endid jällegi ühendada, sest et nimetatud kolme mässiwuse otsfad E_1 E_2 ja E_3 üksteisega elektrilises ühen-duses seisawad.



119. Keerlewa woolu motori ühendamise kawa (h—woolu-jattaja, z—juhtidewõrk).

✻ ✻ Kirjeldatud induktiooni motorite abil wõib keerlewaid woolu lihtsal wiisil tööd tegema panna ja seega kasulikult kõiki neid häid omadusi tarwitusele wõtta, mispoolest waheldawad woolud tööjõu kaugusele edasikandmise hulga odawamaks teewad, kui see harilikku alalise woolu abil iganes wõimalik oleks.

6. Transformatorid.

Siin tuleb aga weel üht asjaolu filmas pidada. Kuigi meil wõimalik on elektritööjõudu sünnitusepaigast kaugel eemal-olewale tarwitusepaigale odawaste kätte muretseda, kuna woolusi fõrgel põnewusel, aga wäikesel tugewusel sünnitatakse, kuid seega

ei ole veel terwe ulesanne otsustatud. Harilikult pruugitakse tarbekohal just wastupäid suure tugewusega ja madala põnewusega woolusi. Pealegi oleksiwad kõrge põnewusega woolud veel sellepoolest tülikad, et nad juhtide külge puitumise korral kas wigastaksiwad ehk koguni elukardetawalt ähwardaksiwad. Siin astub siis uus küsimus päewakorrale, kuida wõimalik oleks woolusi ilma nende tööjõu kautusetä nõnda ümber wormida wõi transformerida, et kõrge põnewusega ja wäikese tugewusega woolud soowitawa madala põnewusega, aga suure tugewusega wooludeks ümber muutuksiwad.

Seda ulesannet wõib waheldawaid woolusi tarwitades Faraday poolt ulesleitud induktzioni nähtuste põhjal hõlpsaste ära otsustada.

Kui me raudsüdame wõi -pulga ümber kaks iseseiswat traadipooli mäsime ja ühest poolist waheldawa woolu läbi saadame, siis tekib igal woolusihil wahetuse korral teise pooli induktzioniwool. Järelikult käib siis teise pooli keerdudest niisamati waheldaw wool läbi, nagu esimesegi pooli keerdudest. Seks otstarbeks wõib isegi induktzioni aparatsi pruukida, kuigi see waewasel wiisil sünnib. Warem õppisime juba nende ehitust wähehaawal tundma. Neil on teatawaste esipooli ümber lahusolew, iseseisew teisendpool mäsitud, kuna sisemise pooli õensuses kimp peenikesi pehmet rauast traatsi seisab. Traatidesse ei wõi magnetismuse sageda muutmise tõttu nii kergeste tuisuwoolud tekkida nagu siis, kui traatide asemel seal üksainumas rauatükk seisaks.

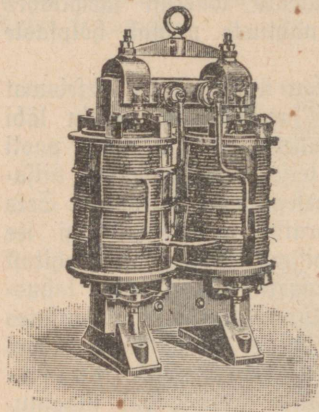
Kui nüüd niisuguse induktzioniaparadi esipooli keerdudest mõne wälimise wooluallika waheldawad woolud läbi piaksiwad käima, siis sünniksivad teisendpooli keerdudesse esipooli woolu igal wähemal kui muudatusel induktzioniwoolu tõused, ja kui sellejuures teisendpooli otsad wälimise woolutee kaudu ühenduses seisawad, siis jooksewad sellest wälimisest wooluteest waheldawad woolud läbi.

Nagu warem nägime (w. IV,3), oleneb tekitatud induktzioniwoolude põnewus teisendpooli keerdude arwust: mitu korda teisendpooli keerdude arw esipooli keerdude arwust suurem ehk wähem on, nii mitu korda on ka teisendpoolis tekitatawate induktzioniwoolude põnewus esivoolude põnewusest suurem ehk wähem. Sedawiisi on siis wõimalik lihtsalt teisendpooli keerdude arwu abil nendes keerdudes soowitawa põnewusega waheldawaid woolusi sünnitada.

Nõnda oleme siis esivoolu soowitawa põnewusega teisendwoolude ümber muutnud (transformerinud). Wiimast wõime

muidugi niisamahästi tööle panna nagu esimestgi. Aparat, mis niisugust woolude ümberwormimist toimendab, kannab transformatori (ümberwormija) nime.

Iga praktiline transformator piab elektritööjõudu võimalikult väikeste kaotustega ümber wormima. Teiste sõnadega üteldes, ei pia teisendmääsimuse näpiste kaudu väljaminewal woolul mitte palju vähem elektritööjõudu (wattide arwu) olema kui esipooli näpiste kaudu transformatorise sisse tulewalgi woolul on. Seda saadaksegi ligilähedale niisugusel forral kätte, kui mõlemaid poolisi rõngasarnase raudsüdame peale määsitate. Esimääsiwusest läbijookswad waheldawad woolud magnetiseriwad raudrõngast waheldawa jõuga, mis nulli ja wõimaliku suuruse wahel heljub. Jõujooned jooksewad magnetismuse muudatuse kohaselt kürel järjekorral ka teisendmääsiwuse õensusest raudrõnga kaudu läbi ja sünnitawad selle keerdukes induktiooniwoolusi. On mõlemate poolide ühise raudsüdame otsad rõngana ühendatud, siis sünnitab see magnetiseritud raudsüda teisendpooli keerdukes peaaegu niisama suure tööjõuga woolusi, nagu magnetismuse sünnitawatel wooludel esipoolisgi oli. Soopis ühesugune ei wõi igatahes esi- ja teisend-



120. Transformator.

wooluringi tööjõud olla, pisute osa sellest läheb ümberwormimise juures ikkagi kindlaste kaduma — esiteks soojusena, mida woolud ehk ka tuiswoolud esi- ja teisendmääsiwustes ning raudsüdamises sünnitawad, siis raua hüstereesina, millest omal ajal kõnelesime (w. III, 4).

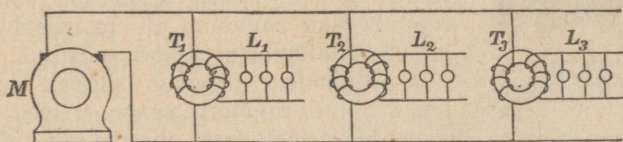
Nende kaotuste tõttu piab siis teisendnäpistest väljaminew elektritööwõimus esinäpiste kaudu sissetulewast tööwõimusest kindlaste vähem olema. Mõlemate tööwõimuste wahelorda nimetatakse transformatori kasuliku tegewuse kraadiks ja tähendatakse protsentidega ära.

Elektrikaotusi on osatud uuema aja transformatorites nii pisukesteks teha, et transformatorite kasuliku tegewuse kraad koguni 96% tõuseb. Seega läheb elektritööjõu ümberwormimisel kõigest 4% kaduma.

Waheldawa woolu transformatori kujutab joon. 120. Raks püüsti olewat raudlatti, mis alt ja ülevalt poolt niisamajuguste

raudlattidega ühenduses seisawad, sünnitawad raamisarnaselt ühendatud raudsüdame. Raudlatid ei ole mitte ühetüütilised, waid seisawad üksikutest pikuti käiwatest raudplekkidest ehk traatidest koos. Raamisarnase raudsüdame ümber mäsfi-takse esi- ja teisendpoolid lahus olekus üksteise kõrwale. Üks neist kannab kõrge põnewuse, teine madala ehk tarbe-põnewuse mäsfiwuse nime. Rummagi mäsfiwuse otsad lõpewad muudugi oma näpistega, mis transformatori ümberise külge on finnitatud.

Nüüdse aja transformatorid wormiwad harilikult niisugusid waheldawaid woolusi ümber, mis igal sekundil 80—100 korda oma jooksufighti wahetawad. Esipõnewus wõib üksikute transformatorite numbrite juures kas 1000, 2000, 5000 wõi koguni 10 000 wolti suur olla, ja nii kõrget põnewust saab soowi järele kas 110-, 220- ehk 550-woldiliseks teisend-wõitarpõnewuseks ümber muuta. Esi- ja teisendpõnewuse wahelkorda nimetatakse transformatori ümbermuut-



121. Transformatorite ühenduse kawa.

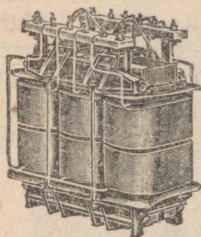
mise wahekoraks. Kui näit. 5000 wolti 100 woldiks ümber muudetakse, siis on ümbermuutmise wahelkord 50 : 1 (wiiskümmend ihe wastu), see tähendab, et kõrge põnewus tarbepõnewusest 50 korda suurem on. Kui teisendmäsfiwus võimalise suurusega woolu wälja saadab ehk nagu üteldakse, kui ta täieste koormatud on, siis wõib transformator umbes 96-protsendilise kasuliku tegewuse kraadiga töötada.

Kui waheldawate woolude abil kauge maa taha jõudu edasi kandes tarwis oleks mitmesugustel wahekohtadel transformatorite abil kõrge põnewusega woolusi tarbepõnewusega wooludeks ümber muuta, siis ühendatakse transformatorite esimäsfiwused kõrwustikku olekus jõu edasikandmise juhtidega, milledes teatawaste kõrge põnewusega woolud jooksewad. Iga üksiku transformatori teisendmäsfiwused wõiwad siis sel korral tarbepõnewusega woolusi wälja saata. Kawalikult kujutab niisugust jõu kättemureksemise wiisi joon. 121. Seal tähendab M dünamomasinat, mis kõrge põnewusega waheldawat woolu kummagiist peajuhist läbi saadab. Nende kahe kauge maa taha

ulatawate peajuhtide wahela on transformatorite T_1 , T_2 , T_3 , esimäsiwused kõrwestikku olekus ühendatud. Transformatorite teisendmäsiwuse otsadest lähewad iseseiswad woolujuhid L_1 , L_2 , L_3 wälja. Nende juhtide wahela ühendatakse omakorda kõrwestikku olekus lampisi, motorid ja teisi woolutarwitajaid aparatisi.

7. Keerlewa woolu transformatorid.

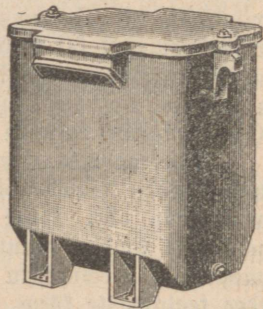
Waheldawa woolu transformatorite hulgas on iseäraliku ehitusewiisiga keerlewa woolu transformatorid. Nagu



122. Keerlewa woolu transformator.

me juba teame, nimetatakse keerlewaks wooluks kolmejõulist wõi kolme mitmesuguse paisuwusega waheldawat woolu. Nii-suguse woolu transformerimiseks tuleb iga järgu wõi paisuwuse woolul oma päralt olewast transformatorist läbi lasta käia. Muidugi wõib kõiki kolme transformatori üheks aparadiks kokku ühendada, nagu seda joon. 122 kujutab. Iga paisuwuse esi- ja teisendpoolid on oma raudsüdame ümber mäsiitud.

Wiimaseid ühendab ülewelt ja alt poolt ühine raudlatt, nõnda et igas raudsüdametes tekiwad magnetlised jõujooned ülemise ja alumise raudlati ja kahe teiste paisuwuste raudsüdamete kaudu ringi wõiwad joosta. Selle transformatori ühe poole peale on kõrge põnewuse woolu juhtide ühendamisnäpitsad, teise poole peale jälle tarbepõnewuse woolujuhtide näpitsad finnitatud. Esimesed juhid on peenikesed, teised jämedad, sest et esimestes suure põnewusega, aga wäikese tugewusega woolud, edasi-tagasi piawad jooksmas. Terwe aparat paigutatakse õliga täidetud raudkasti sisse. Nii-sugust kasti kujutab joon. 123. Õli on hea elektri lahutaja. Ta ei lasa nii kergeste kõrge põnewuse traatide wahel sädemetasandust ette tulla, pealegi jahutab ta transformatori tegewuse ajal soojaksminewaid traatisi sedawõrd, et nende palawus kahjusünnitawa suuruseni ei wõigi tõusta. Sarnased õli sisse paigutatud transformatorid kannawad õli transformatorite nime.



123. Õlitransformator.

9. Elekter põllutööstikus.

Keerlewa woolu diinamomafinate ja transformatorite abil hakkab elekter wiimastel aastatel ikka suurema hooga isegi niisugust tegewusewälja oma alla wõtma, kus üleüldse masinate tarvitamine senini raskete tingimistega siutud oli, nimelt põllutööstikus. Seal tuleb küll suurte kaugustega ja laialdaste pindadega tegemist teha, kuid sellegipärast võib seal kõrge põnewusega keerlewat woolu igale poole tarbekohale odawaste juurde toimetada. Piaks weejoud käepärast tarwitada olemä, siis lastakse sellel diinamomafinat ümber ajada, muidu tuleb aurumafina abil elektrijõudu sünnitada.

Sellejuures nättas hästi otstarbekohane olewat, kui mitmete naabrufolewatate mõisate ja talude jaoks ühtlane woolusünnitamise fefstjaam asutati. Keerlewa woolu mafina magnetite äratajaks walitakse juba alguses suurem alalise woolu diinamo kui tõeste tarwis läheb, et võimalik oleks sellega ühtlasi akkumulatori laadida, mis eluhoonete walgustamiseks woolu annawad. Kõrgepõnewuse woolu juhtisi pannakse wäljadele sammaste otsa ülesse. Neil juhtidel on tarwilistes paikades ühenduse korraldused,

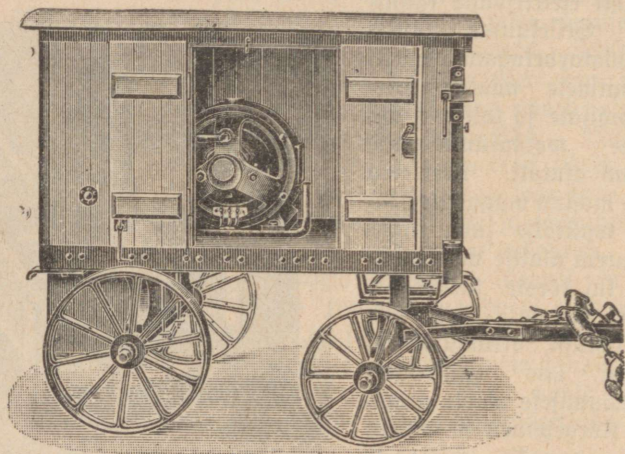


124. Edasikantaw elektrimotor.

millede abil tarbewoolu sünnitajaid transformatorid ajuti üles seatakse. Niisuguse otstarbega transformatorid weetakse wankeil ühest kohast teise. Selleläbi on võimalik lagedal wäljal elektrimotorid käima panna ja nende abil künda ehk niita. Koduümbruses panevad niisugused motorid rehepeksumafinaid, loomatoidu- ja naeritõikajaid, wõimafinaid, pumpasi jne käima. Wäikesed motorid, mille abil mitmesuguseid töösi toimetatakse, on nõnda fisse seatud, et neid hõlpaste ühest kohast teise võib edasi kanda. Zoon. 124 kujutab niisuguse otstarbega motori edasikandmist.

Rehepeksumafinaid on elektrimotoriga mitmeti kasulikum ümber ajada kui aurumafinaga. Sedasama võib ka niisuguste

pijufeste rehepeksumasinate kohta ütelda, mida hobusejõuga ümber aetakse. Zoon. 125 kujutab Üleüldise Elektrifeltsi A. E. G. poolt valmistatawat rehepeksu-motoriwankert, mille kestmisef osas elektrimotor feifab, kuna tagapool otfas ühendamisepara- did tööriistadega, eespool otfas jälle 50 m ühendamisefaablif afet leiab. Terwe wanker feifab tegewufe ajal finni, wälja ulatab ainult motori rihmaratas ja üks käfiratas, mille abil elektriwoolu ühendatafse ehk kattendatafse. Wankri tiifel lafeb end piifti üles panna. Sellejuures wõib teda kaabli tuena ja ihtlafsi tööplati walgustaja elektrilambi kandjaks tarwitada.



125. Rehepeksu-motoriwanker.

Motori käimapanemife abinõud on nii lihtfalt korraldatud, et iga tööline ilma ifeäraliste elektrifeaduste tundmata neid käfi- tada wõib.

Elektriadrad on niifamahästi otstarbekohafelt fiffe featud, ja nad on juba oma lihtfufe pooleft auruatradefst hulga ette, pealegi ei pruugi nende tegewufelhoidmifeks põllu peale füfa ega wett wedada, nagu feda auruatradega kündes tingi- mata tuleb teha.

9. Elektritööjõu kaugele edastikandmine transformatorite abil.

Transformatorifi tarwitufefe wõttes wõib tööd ifeäranis hõlpsaste waheldawate ja keerlewate woolude abil õige kauge

maa taha edasi saata. Riisugusel korral lastakse pikkades peenikeses wahejuhtides õige suure põnewusega, kuid pisukese tugewusega woolusi joosta, kuna kõigil tarbekohtadel transformatorid paraja põnewusega, kuid suure tugewusega woolusi kohalikkudesse tarbejuhtidesse saadawad. Sel korraldusel tulewad pikad wahejuhgid wõrdlemisi wähe maksma, sest et nad hästi peenikesed wõiwad olla.

Kui kaugele sel teel wõib winna, seda tõendawad juba esimesed kuulsad katsed, mida Berliini Üleüldine Elektrifelts A. E. G. ja Derlikoni masinawabrik 1891. a. üheskoos toime paniwad, kui nad Laufeni kose jõu elektriteel 175 km (umbes 164 wersta) kaugusele Frankfurti Maini äärde hästi kordaminewalt edasi saatsiwad.

Laufeni weejõud wõib umbes 200 hobusejõuga sealset diinamomasiinat ümber ajada. Nüüd tuli asja nii korraldada, et sellest 200 hobusejõust wõimalikult palju Frankfurti pärale jõuaks. Sellejauks pidi woolupõnewust 15 000 woldini kõrgendatama, mida siis weel kole kõrgeks peeti, ja seda oli wõimalik ainult waheldawate ehk keerlewate woolude ja transformatoride abil toime panna. Ettewõtte täidesaatmiseks waliti nimelt keerlew wool.

Siseseade oli järgmiselt korraldatud. Laufenis ajas weeturbin keerlewa woolu diinamomasiinat ümber, mis kuni 300-hobusejõulise töowõimusega jaksas töötada. Diinamomasiin saatis kolm lahuswoolu wälja, milledest igauks 50 woldi põnewusega ja 1400 amperi tugewusega oli. Neid woolusi saadeti lühikese waseft juhi kaudu, mille läbimõet 27 mm oli, õlitransformatoritesse, kus neid 50 woldi põnewuse ja 1400 amperi tugewuse peali 15 000 woldi ja 4,3 amperi peale ümber wormiti. 4,3 amperi tugewusega woolusi wõis nüüd wõrdlemisi peenikeses wahejuhtide kaudu tarbekohale, s.o. 175 km kaugusele Frankfurti edasi saata. Selletarwis wõeti kolm 4 mm läbimõeduga paljast waftraati ja seati neid telegrafijuhtide wiisi postide külge finnitades 3000 posti abil Laufeni ja Frankfurdi wahel ulesse.

Frankfurdis muudeti finnatulewad kõrgepõnewusega woolud uueste õlitransformatorite abil umbes 100-woldilisteks ja 7000-amperilisteks wooludeks ümber. Üks osa neist wooludest tarwitati seal 1000 õõglambi fõötamiseks (põlemapanemiseks) ära, kuna teine osa mitmed keerlewa woolu motorid käima ajas. Üks nendest motoritest pani pumba tegewusele, mis Frankfurdis omakorda 10 meetri kõrguse weefose sünnitas. Rõnda wõis üks osa Laufeni kose jõujõust paljude ümberwormimiste järele ja

175 km (164 wersta) edasi liikudes Frankfurdis jällegi weekose tööjõuks tagasi muutuda.

Toimepandud mõetmiste põhjal selgus, et Laufeni kose tööjõust 74% Frankfurti päralt oli jõudnud, seega 200 hobusejõust 175 km pikkusel edasikandmise teel 48 hobusejõudu kaduma läinud, kuna 152 hobusejõudu ikkagi veel kasulikku tööd wõis teha.

See suurepäraline katse tegi tõeks, et sarnaste jõu edasikandmise elektrijaamade asutamine täieste wõimalik on ja et nad mistahes kaugusel hästi kasuliku töowõimusega tegewusel wõiwad olla. Kui eelarwed näitawad, et soowitaw jõu edasisaatmine teatawa maa taha end majandusliselt ära tasub, siis ei seisa nende walmisehitamisel enam ühtigi takistust ees. Wiimase ajal ongi juba terve rida sarnaseid jõu kaugemale edasisaatmise jaamasi walmis tehtud, kusjuures wahejuhtides harilikult 10 000 woldi põnewusega wool jookseb. Tuleb weel tähendada, et nüüdsel ajal keerlewa woolu esidünamomasiinad juba nii kõrge põnewusega woolusi walmistawad, et neid ilma esialgse transformerimiseta otsekohe kaugemale maa wahejuhtidesse wõib saata. Ühe transformerimise ärajäämisega töötab jõu edasikandmise jaam muidugi teada weel paremalt. Elektrotehnika alalise edu tõttu wõetakse lordkorralt ikka kõrgemaid põnewusi tarwitusele, nii et nüüd juba mõned jõu edasikandmise jaamad koguni 50 000—100 000 woldi põnewusega töötawad. Siemens-Schuckerti wabrikute poolt pandi näit. 50 000 woldi põnewusega keerlewa woolu jõu edasikandmise jaam Moosburgi ja Müncheni wahel üles, kusjuures 4200 kilowatti (5700 hobusejõudu) 54 km kaugusele traatisi mööda edasi saadetakse. Hiljuti tehti Hispánias 66 000 woldi põnewusega töötaw jõu edasikandmise jaam walmis. Selle abil saadetakse 30 000 hobusejõudu Molinast Madriti, Cartagenasse, Alcoysse ja Valenciasse edasi.

10. Elektri-raudteed.

Senini waatlesime paigalseiswaid jõu edasikandmise elektrijaamasi. Mitte üksinda esidünamo oma aurumasiinaga ehk turbiniga ei seisnud teatawal kindlal kohal paigal, waid ka eemalolew teisendünamo.

Seet ajast peale, kui elekter wägewa tööjõuna tegewusele astus, end fergeste ja kiireste edasi saata laskis ja oma sünnitamise kohast kaugel eemal hõlpfaste tööd wõis teha, sest ajast peale hakati elektrit ka raudtee- ja uulitsaraudtee-wagunite, lootsikute jne liikumapanemiseks tarwitusele wõtma.

Siemens ja Halske äri poolt ehitatigi juba 1879. a., warsti peale diinamomasina wäljaarwamist, esimine elektriraudtee. Niisuguse raudtee põhjusmõtet wõib mõne sõnaga ära seletada. Kui diinamomasinast wäljaminew wool mõnest teisest diinamost, s.o. motorist läbi läheb, siis hakkab wiimase ankur ringi jooksuma. Pannakse nüüd liikuwa ankru abil roobastel seiswaid rattaid, mis ühtlasi motorit kannawad, kudagiwiisi weerema, ja juhitate ühtelugu woolu elektrimotorisse, siis hakkawad rattad elektrimotorit kaasa wedades roopaid mööda edasi weerema ja elektriraudtee ongi walmis.

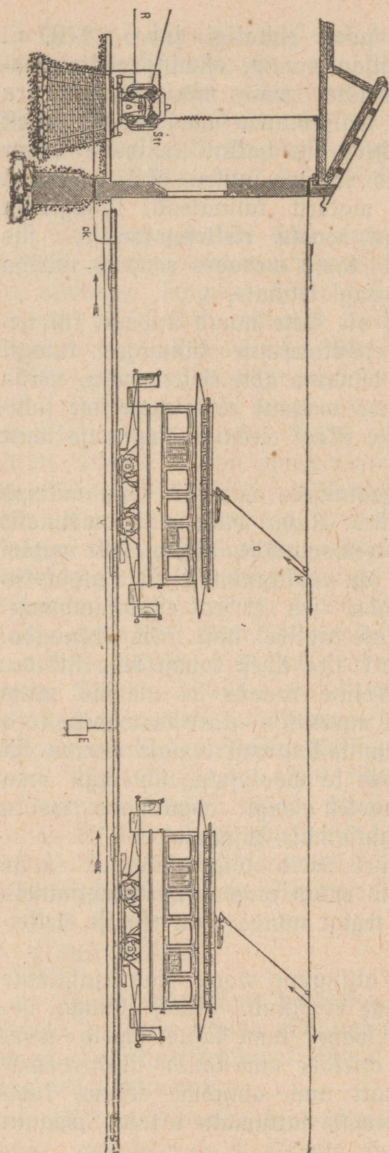
Elektriraudtee küsimus ei ole diete muud midagi, kui iseäraline juhtumine elektritööjõu edasikandmise küsimuses: kusagil raudtee lähedusel sünnitatakse diinamo abil elektrimootori, mida iseäralise korralduse abil liikuwa waguni elektrimotorisse juhitakse. Põhjusemõttelikult on see ikkagi elektri töötewuse ühest kohast teise edasikandmine.

Ruid selle ülesande täideseatmiseks astuwad siisgi mitmed iseäralised raskused päewakorrale. Kuda oleks näit. võimalik woolu ühtelugu liikuwasse raudteewagunisse, öigem, selle motori sisse juhtida? Paigalseiswate jõu edasikandmise siseseadlustes oli seda muidugi kerge korraldada, sest et seal esidiinamomasinat elektrimotoriga lihtsalt kindlate juhtide abil wõis ühendada. Elektriraudteel tuleb aga motoril ikka ühest kohast teise liikuda. Diinamomasina ja motori waheline kaugus ei ole siis mitte alati ühesugune, waid ühtelugu muutlik — kord kaswades, kord kahanedes, sellejärele, kas wagon keskjaamast eemale weereb ehk talle läheneb. Nõnda piab siis ka woolujuht ühtelugu oma seisukorda muutma. Ja tööpoolest ongi asjakohane woolu juurdejuhtimine elektriraudtee tähtsamaks küsimuseks.

Selle küsimuse otsustamisel wõib kõige lähemalt mõte targata, kas ei saaks ehk roopaid endid woolu juurdejuhtimiseks pruukida. Siemens-Halske äri tegigi nõnda oma esimise elektriraudtee käimapanemisel.

Ruid warsti selgus, et niisugune woolu juurdejuhtimise wiis mitte küllalt otstarbekohane ei olnud. Niiske ilmaga, iseäranis weel siis, kui roobaste wahel lumi lasub, wõib wool koguni motorist läbi minemata otsekohe maa kaudu ühest roopast teise pääseda. Sellepärast hakati uusi abinõusi otsima, kuida woolu kindlaste ja mujale kõrwale sattumata liikuwa waguni motorisse wõiks juhtida.

Elektriraudteede edenemise ajajärgul mõeldi õige mitmesugused woolu juurdejuhtimise korraldused wälja. Praegusel ajal on neid kahteselti tarwitusel: 1) roobaste koha



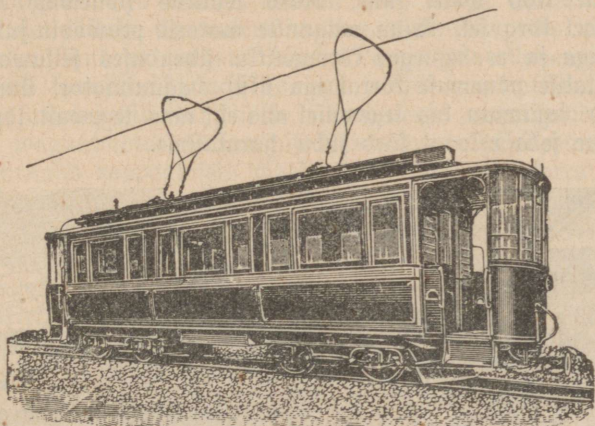
126. Tramvai wagonite elektriline ühendus. (K—puudutuse-juht, o—puudutuse-winn, E—maaplaat, ck—tagasijuht, Str—woolusiinnitaja, R—rihm.)

õhusrippu woolu juurdejuhtimise korraldus, 2) roopa-alune woolu juurdejuhtimise korraldus.

Selle järele, kui selgus, et roobaste eneste kaudu woolu juurdesaatmine ei tahtnud õnnestada, wõttis Siemens-Halske äri juba oma esimestel katsedel ka woolu juurdejuhtimise õhusrippuwa juhi abil tarwitusele. Ameerikas, kus elektriraudteed iseäranis kiirel sammul edenevad, töötati õhujahi kaudu woolu juurdejuhtimine põhjalikult välja. Sealt tuli niisugune korraldus täiendatud kujul Europasse tagasi, ja praegu on ta pea igal pool üle terve maailma tarwitusel.

Selle korralduse järele on roobaste wahetohale paljas wafstraat pingulolekus üles seatud. Keskjaama dünamomasina üks naba seisab selle pingultraadiga, teine naba jälle raudtee roobastega elektrilises ühenduses. Pingultraati nimetatakse weel tööjuhiks wõi trolleitraadiks. Tööjuhists ei pääse woolmuidu roobastesse ja nende kaudu keskjaamas olewa dünamomasina juurde tagasi, kui ainult läbi waguni elektrimotori. Woolu motorisse saatmiseks seisab iga waguni katusel winn, mille otjas olew soonega puudutuserattake waguni liikumise ajal wältawalt tööjuhti winna rõhumisel alt poolt puudutab ja

winna õensufes olewa juhi kaudu woolu motorise saadab. Motorist läbimines jookseb wool roopaid kaudu kessjaama diinamo teise naba juurde tagasi. Sedawiisi wõib siis wool oma wälimisel wooluteel ainult waguni motorist läbimines ringi joosta. Piaksiwad roobastel ühel ajal mitu wagunit liikuma, siis seisawad nende motorid tööjuhi ja roobastega kõrwustilku ühenduses, nagu seda joon. 126. kawalikult kujutab. Pahemal pool küljes näeme seal esidünamomasinat töötamas. Dünamo peawoolu juhtideks on: ülewal — tööjuht, all —



127. Rahe libisemiseloogaga elektriwagun.

roopad, kuna nende mõlemate wahel wagunite motorid kõrwustilku ühenduses seisawad. Nooled tähendawad ära, misjugusel fihil wool mõlemates juhtides jookseb.

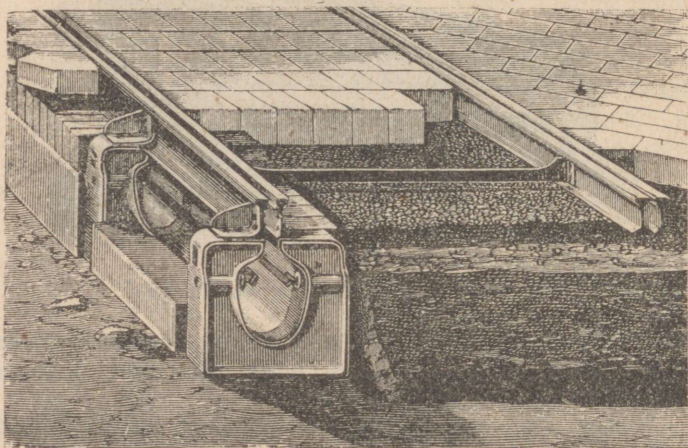
Winna otsas olew puudutuserattake wõib waguni liikumise ajal tööjuhi küljest kergeste lahti hüpata ja seega motoriwoolu katkendades waguni seisma panna. Niisuguse äperduse ärahoidmiseks hakatakse wiimasel ajal õhukese woolujuhtiwa puudutuserattakese asemel laia libisemiselooga tarwitama, mis samati winna otsa on paigutatud ja ühtelugu tööjuhti alt poolt mööda libisedes puudutab ja woolu seega alla motori juurde juhhib. Rahe sarnase libisemiseloogaga wagunit kujutab joon. 127.

Nagu me juba teame, piab motorist tulew wool roobaste kaudu diinamomasina juurde kessjaama tagasi jooksuma. Jatkukohtadel ei puuduta aga roobaste otsad mitte täielikult üksteist, ja niisugune olef takistaks woolu läbiminemist. Selle takistuse eemaletõrjumiseks joodetakse jatkukohtadele harilikult wasfplekist

tiikid peale, misläbi kõik roopad üksteisega heas elektrilises ühenduses seisawad.

Zoonistusel 126 võime niisugusid roobaste otsade jatkuplektsi tähele panna. Siia juurde tuleb veel tähendada, et roopad maaga võimalikult heas ühenduses piavad seisma. Sel otstarbel ühendatakse roopaid isegi maaplaadidega, et motorist tulew wool ilma wähema takistufeta dünamomasina poole edasi võiks joosta.

Elektri-uulitsaraudteedel tarwitatawa woolu põnewus on harilikult 500 wolti suur. Kord walitud põnewust hoitakse alati ühel kõrgusel. Kuna wagunite motorid peawoolu juhtidega (tööjuhiga ja roobastega) kõrwustikku ühenduses seisawad, siis võib alalise põnewuse korral iga üksik wagunimotor ilma teisi motorid segamata kas tegewusel olla ehk oma tegewust lõpetada, nagu me seda eelpool kord juba harutasime.



128. Roobaalune woolu juurdejuhtimise korraldus.

Olgugi, et õhusrippuwa tööjuhi abil woolu kindlaste igale poole wagunimotoritele juurde saab juhtida, kuid niisuguse tööjuhi kinnitamiseks kulub, iseäranis käänafutel, palju põigiti minewaid traatisi ära, ja nende wäljanägemist ei wõi sugugi maitserikkaks pidada.

Selle puuduse eemaletõrjumiseks hakati mõnel pool roopa alla asetatawa woolu juurdejuhtimise korraldusega katseid tegema. Niisugusel korral on elektriraudtee wäljast poolt waadates harilikult kaheroopalise raudtee sarnane, kuid ühe roopa alla on seal

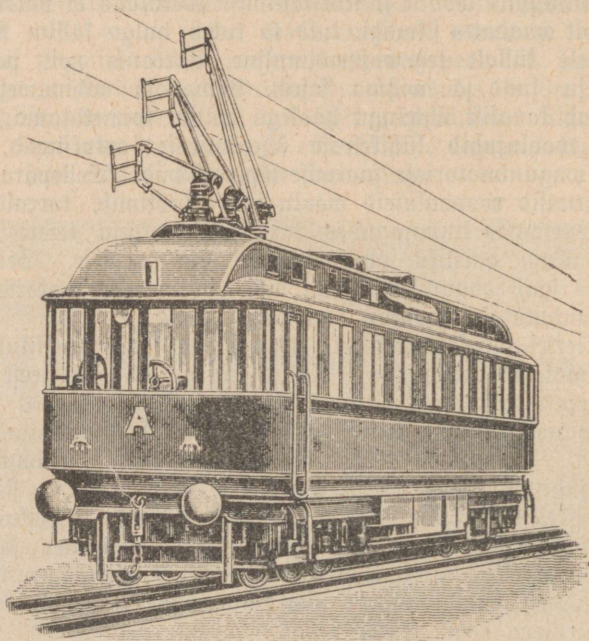
terwel teepikkusel pifuke metallist kanal forraldatud, mis oma ülemises otsas lõhelise roopaga lõpeb, nagu seda 128. joon. ülewaatlikult kujutab. Kanalis on kaks nurgarauast woolujuhti. Igast wagunist ulatab läbi roopalõhe alla kanalise iseäraline puudutaja — wooluwõtja, mis nurgaraualiste juhtide wahel libisedes woolu ühest juhist üles motorisse ja sealt teise juhisse tagasi saadab. Kummagi woolujuhi wahel walitseb 300-woldiline põnewufewah.

Niisugune woolu juurdejuhtimise korraldus ei paista wäljast poolt waadates filmagi, kuid ta tuleb hulga kallim maksma ja ei ole küllalt tegewufewõimuline, iseäranis neis paikades, kus palju lund ja wihma sajab. Lume- ja wihmawett ning pori piab kanalist ühtelugu hoolega wälja toimetatama, sest et muidu woolujuhid lühikesesse ühendusesse astuksiwad, seega woolu wagunimotorisse saatmise lõpetaksiwad. Sellepärast wõetakse sarnasid roopaaluseid woolu juurdejuhtimise korraldusi ainult peenemates linnajagudes tarwitusele, kuna teistes linnasofades iftagi harilikult õhutööjuhiga läbi aetakse. Sel korral piab siis igal wagunil muidugi mõlemad woolu motorisse juhtijad puudutajad käepärast tarwitada olema.

Elektri-uulitsaraudteedel (tramwaidel) on harilikult peawoolu motorid tarwitusel. Uulitsa muda ja tolmu eest kaitsemiseks on motorid raudkestaga täieste ümber piiratud. Motoriwõll paneb waguni rattaid peaaegu alati hammasrataste abil weerema. Waguni jooksupole mitmesuguse kiiruse andmiseks on wagunijuhi seisukohale regulator wõi kontroller sisse seatud. See ei ole muud midagi kui mitmesuguste takistuste korraldus. Wändast ühele ehk teisele poole pöörates jatkatakse waguni motorist läbiminewale woolule enam ehk vähem takistusi tee peale ette, mis järeldusel siis ka wagun vähema ehk suurema kiirusega edasi liigub.

Juba kauemat aega uuritakse elektritööstikus seda järele, kuda elektri abil wõimalik oleks peale tramwaide ka kauge maa taha käiwaid, ühest linnast teise ulatawaid raudtee si elektri abil tegewusele panna. Kuid kauge maa taha tegewuse korral piab elektriwoolul suur põnewus olema, nagu me seda warem kauge maa taha jõu edasikandmise kirjelduse juures tähele panime. Ja kõrgeid põnewusi wõib kõige hõlpsamine waheldawa ehk ka keerlewa woolu abil sünnitada. Keerlew wool on küll kasulik lühema maa taha töötades, kuid pikematel teedel tuleks ta sisseseadimine tarwitatawa kolme woolujuhi pärast liiga kallis maksma. Harilikult waheldawa woolu wõi ühejärgulise waheldawa woolu jaoks ei läinud pikema aja jooksupole kordagi kofast

motori wälja arwata, mis niisamahästi oleks töötanud, nagu alalise ehk keerlewa woolu motorid. Alles wiimastel aastatel on selle ülesandega enamwähem walmis saadud. Harilik peawoolu ühendusega alalise woolu motor võib ka waheldawa woolu abil käia: olgugi, et woolusihht niisugusel korral ühtelugu muutub, kuid ta muutub ühel ajal motori ankrui kui ka magnetite keerdues, ja sellepärast võib ankur iltagi teatawal ühel sihil ümber joosta. Siinjuures tuleb ainult selle eest hoolt



129. Riirefõidu elektriwagun.

kanda ja kohaseid abinõusi tarwitusele wõtta, et kollektori harjadel liiga palju sädemeid ei ilmuks. Niisuguste waheldawa woolu motorite, n. n. kollektormotorite wabritsemine on wiimastel aastatel nii kaugele edenenu, et juba pikad elektriraudteeliinid nende abil käiwad. Saksamaal on juba 29 raudteel waheldaw wool tarwitusel, mille harilik põnewus 6000 woldini ja weel ülegi ulatab.

Elektriraudteed wõiwad koguni uusi edasiliikumise kujuküli luua. Igal wagunil on seal oma wedur (motor) olemas,

sellepärast ei pruugi pikki rongişi kofku seadida, waid üfšitud wagunid wõiwad fagedal järjekorral ja hästi suure kiirusega ifegi faugematel wahedel liikuda. Ja sellepoolest ongi elektriraudteed aururaudteedest hulga ette. Iseäranis katsutakse wagunite edasiliikumise kiirust elektri abil suurendada. Mõni aasta tagasi asutati Berlinis elektriraudteede-felts, mis 200 km (umbes 188 wersta) tunnikiirusega elektriteesi pidi ehitama. Oma ülesseatud sihile jõudis felts hiilgawalt juba 1903. a.: ta laskis enesele kaks kiirefõidu elektriwagunit ehitada, millest kumbgi üle 200 km tunnis läbi fõitis.

Sarnast kiirefõidu wagunit kujutab joon. 129. Katsesõitudel Zosseni ja Lichterfelde wahel (Berlini lähedusel) juhiti wagunimotorise kolme traadi kaudu 10 000—15 000 woldi põnewusega keerlewat woolu. Wooluwõtjad pidiwad muidugi eriehitusega olema, et nad kiirest sõidust hoolimata ifkagi wõikfiwad kindlas külgepuudutawas ühenduses woolujuhtidega feista — nad ei puuduta juhtifi mitte alt poolt, waid kõrwalt, nagu seda joonistusel 129 wõime näha. Juhtidest tulew kõrge põnewusega wool muudetakse wagunis olewa transformatori abil madalapõnewusliiseks ümber ja saadetakse sel kujul keerlewa woolu motorift läbi.

Loota on, et niifugused suurepäralised ja julged katsed raudteasjanduses uute edasiliikumise kujude loomiseks hoogu annawad. Parema on hea waenlane — auru asemel elektrit tööle pannes suurendame tähtsal wiifil edasiliikumise wõimalust. Sellepärast awaneb fiis elektrile uus, laialdane tegewusewäli — raudteasjanduses.

Elektri soojus ja valgus ja nende tarvitamine.

1. Woolujukstide soojakminemine — töö soojuseks muutumine.

Ainult midagi vastu saades annab loodus elektriwoolusi, muidu mitte. Teatawaste ei teki wool juhise mitte iseendamisil, waid mõne wooluallika — thermo- ehk galwanielemendi wõi dünamomasina — toimetamisil. Woolusünnitamiseks tuleb aga dünamomasinas tööd kulutada, thermoelementides — soojust, galwanielementides — keemialist tööjõudu. Sellest wõime järeldada: woolusi ei saa me mitte ilma kätte. Teatawa woolu sünnitamiseks piame mingil kujul teatawa osa tööjõudu teatawate aparatide — elementide wõi dünamomasinate abil ära tarvitama.

Rüüid tahassime aga küsida: kas piaks juhtiwates kehades sellorral ka midagi muudatust ette tulema, kui neist elektriwool läbi hoowab, wõi jäewad nad täieste muutmata? Kas tulewad woolutegewusel ainult juhi ümbruses magnetlised ja elektri-dünamilised nähtused awalikuks wõi on ka juhiste enesest midagi märgata, et seal tõeste elekter woolamas on? Nende küsimiste peale wõib ainult katsete waral wastust anda. Juurdledes ja katseid tehes saadakse nii mõnelegi tundmata looduse-seadusele jälgile.

Ütleme, meil on kaks ühesugust 100 woldi põnewusega batareid. Ühe batarei woolu laseme läbi elektrimotori, teise oma lihtsalt läbi traadi joosta. Sellejuures piab aga traat niisuguse takistusega olema, et traadist läbiminewa woolu tugewus motorist läbiminewa woolu tugewusega just ühesuurne on. Motor hakkab woolu läbiminemisel ringi jooksuma, kusjuures ta igal sekundil teatawa osa tööd ära teeb. Motori töowõimus oleneb aga wattide arwust — woltide ja amperide kaswatisest. Traadist läheb meie katsel niisamasuguse elektri töowõimusega wool läbi nagu motoristgi. Mõlematel wooludel on siis ühesugune töowõimalus — ühesugune wattide arw. Aga kuhu jäi traadi woolu töowõimus, sest et seal ei ole ühtegi motori käimas, seal ei nähta ühtegi tööd tehtawat, ja ometi on

niisamapalju tööjõudu ära kulunud nagu motorigi woolul. Teatawaste ei kau aga üksigi tehtud töö jäljeta ära, waid kestab mingil teisel kujul kindlaste edasi. Nii on see ka siin. Lähemalt järele katsudes leiame, et esimesel filmapilgul nagu kaduma läinud elektritööjõud traadis soojuseks on ümber muutunud. Siete sünnitawad mõlemad wooluringid soojust, kuid traadis tekkinud soojuse kogus on motori wooluringi soojuse kogust selle mehanilise töö võrra suurem, mis traadis puudub, kuid motoris ära tehtakse. Nõnda käiwad siis töö ja soojuse kogud käsikäes ja wõiwad teatawatel tingimistel üksteiseks ümber muutuda.

Igas juhitiikis, millest wool läbi jookseb, tekib soojus, ja soojuse kogus kasvab seda suuremaks, mida kauemine elekter juhib woolab. Igal sekundil sünnitab teataw wool teatawa osa lisasoojust.

Nõrkade woolude läbi sünnitatud soojust ei wõi muidu ära tunda, kui peenikeste soojamõetmiseriistade abil. Jookseb aga juhis tugewam wool, siis wõib juba käega katsudes juhi soojaksminemist märgata, kuna mitmeamperilised woolud peenikeste juhi nii kuumaks ajawad, et ta punaselt, siis kollaselt, wiimaks walgelt õõgama hakkab ja koguni äragi sulab.

On läbijooksew wool hästi tugew, siis wõib wafelattisi koguni kilogrammide wiisi ära sulatada, nagu see korra ettewaatamata kombel New Yorgi esimese elektritehjaama sisseseadmisel ette juhtus tulema.

Mida peenem traat on, seda kangemine läheb ta soojaks, seda kergemine lööb ta õõgama ja hakkab sulama. See on siis lihtsalt arusaadaw, kui me ülemalloodud arwamist elektritööjõu soojuseks ümbermuutumise kohta lähema waatlemise alla wõtame.

2. Joule'i seadus.

Nagu me juba teame, wõib teatawas juhis jooksewa woolu töödõimust sesseläbi wälja arwata, et selle woolutugewust juhi otsadel walitsewa põnewuse wahega kaswatame. Sedawiisi saame woolu juhi töödõimuse wattides kätte.

Põnewusewaha juhi otsadel ei ole muud midagi kui woolu põnewuse katus (kangemine) juhust läbiminneful, nagu seda omal ajal seletasime (w. II, 28). Wiimase teeb aga juhitiikis käiwa woolu tugewuse ja selle juhitiiki takistuse kaswatis wälja. Seega on põnewusewaha = põnewusekatus = woolutegewus \times takistus. Juhitiiki elektriline töödõimus = woolutegewus \times põnewusewaha. Wiimasesse ühtlusesse teguri põnewusewaha asemel

fellekohast suurust, nimelt woolutugewuse ja juhitüki takistuse kaswatist pannes, saame järgmise uuefujulise ühtluse:

Elektri töövõimus = woolutugewus \times woolutugewus \times takistus = woolutugewus² \times takistus (sest et woolutugewust woolutugewusega kaswatades ruutwoolutugewuse wõi woolutugewuse² saame.)

Gelpool nägime, et elektri töövõimus igal sekundil sünnitatud soojusega ühtlane on. Sellest võime siis järeldada:

Soojuselogu, mis igas woolujuhitükis igal sekundil sünnib, on ruutwoolutugewuse ja selle woolujuhitüki takistuse kaswatise suurune.

Selle seaduse leidis Inglise õllepruul Joule (dshoul) üles, mispärast see Joule'i seadusena tuttav on, kuna woolu läbi juhis sünnitatud soojus Joule'i soojuse nime kannab.

3. Õõglampid.

Joule'i seaduse põhjal võime kergeste aru saada, miks suure takistusega traadis, s.o. peenikeses woolujuhis muidu ühesugustel tingimistel hulga rohkem soojust tekib kui jämedas woolujuhis, olgugi, et mõlemate woolujuhtide otsadel ühesugune põnewusewähe walitseb ja mõlematest ühesuguse tegewusega wool läbi läheb.

Seda elektriwoolu omadust, et ta läbijooksul juhtisi soojaks teeb ja nende üfikiud osasi isegi õõgama ajab, wõetakse wäga mitmesugusel wiisil kasulikult tarwitusele. Iseäranis tähtsat tarwitamist leidis nimetatud omadus elumajade walgustamise küsimuses elektri-õõglampide abil. Selles asjas oli osawaks algatajaks ja ühtlasi õnnelikuks äraotfustajaks kuulus Amerika tehniklane Edison. Teda tuleb õigusega elektri-õõglampide isaks pidada.

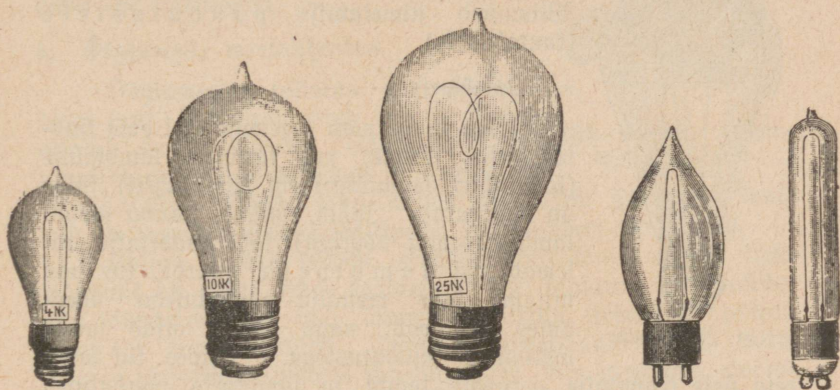
Joule'i soojuse põhjal töötawatest õõglampidest on ühed süefiud-, teised metalliud-õõglampide nime all tuttawad. Esimesed oliwad kauemat aega laialt tarwitusel, wiimased hakkawad aga meiepäiwil oma kasulikkuse pärast esimesi kordkorralt ikka enam eemale tõrjuma. Nagu nimi näitab, ei ole nende wahel muud wahet, kui et esimestes süefiud, teistes jälle metalliud woolu läbiminemisel õõgama ja seega walgust andma hakkab.

4. Süektiuga õõglampid.

Nendes lampides tuleb tähtsamaks osaks peenikest süefiudu pidada, mis hobuseraua- ehk filmusekujuline on ja kinnises õhu-

tühjas klaasümbrikses seisab. Wiimased on väga mitmesuguse wälimusega, nagu mõnda neist 130-joonistus kujutab. Enamiste on pirni-, kuuli- ja küünlafujulised klaasümbriksed tarwitusel.

Niisuguste lampide süekiudel on mitmesaja-oomiline takistus. Sellepärast läheb süekiud elektriwoolu mõjul nii kuumaks, et heledalt õögama hakkab. Edison tunnistas esimisena süie paremaks õõglampide walmistamise materjaliks, sest et see teatawaste ära ei sulata. Kuid õhuhapnikuga ühendades põleb õõgaw süüsi kiireste ära. Siin astus tarwidus päewaforraale, kuida õõgawast süüst õhuhapnikku eemal hoida. Selle otstarbe tähtsuseks ei jäänud muud nõu üle, kui õõgamapandaw



130. Õõglambid.

süekiud kindla klaasümbriksesse mahutada ja sealt õhk hoolega wälja pumbata. Nüüd oli waja süisgi otsasi kudagiwiisi klaasümbriksesse seinte sisse sulatades paigalseiswalt kinnitada. Aga süüsi ja klaas ei paisu soojuse käes mitte ühetauliselt, sellepärast oli süie klaasi sisse sulatamine wõimata. Onnaks lasseb platinatraat end hõlpsaste klaasi sisse sulatada, sest et ta soojuse mõjul klaasiga ühtewiisi paisub. Klaasümbriksesse seina sisse sulatatasse süüsi platinatraatide tüüdid, ja nende otsade külge kinnitatasse süüsi otsad. Niisugused süüsi ja platinatraadi ühendusekohad paistawad punktidenäjoon. 130 olewatel lampidel küu alumiinist osades filma. Uuema aja heade õhupumpade abil ei ole muidugi enam raske klaasümbriksesse õhutühjaks teha.

Wäga raske oli aga süüsi peenikeseks küüks muuta, nagu seda õõgamapanemiseks tarwis läheb, ja küüle ühtlasi murdumise

mise wastu tarwilist kōwadust anda. Praegusel ajal walmistatakse õõglampide kiud harilikult tselluloosest. Seda ainet pigistatakse peenikese otsata niidina august läbi, siis lõigatakse paraja pikkusega tükkideks katki, milledele tarwilik hobuseraua ehk silmuse kaju antakse. Pealeselle muudetakse need kiud eriahjus süeks. Sarnase walmistamisewiisiga võib hästi kōwasid ja painduwaid süekiudusi saada.

Süekiu otsad finnitatakse platinast traatide külge, mis õhutiija, pirnikujulise klaasümbrise seinasse nõndawiisi on sisse sulatatud, et nende otsad wäljapoole ulatawad. Wäljaspool klaasümbrist seisawad platinatraadid kahe, teineteisest eraldatud metallitüükiga ühenduses. Wiimaseid nimetakse puudutusteks (kontaktideks).



131. Õõglamp.

5. Lambipesa.

Iga lamp piab tegewuse ajal oma kindlas pesas seisma, mis tarwilise lambialuse (laualühtri, seinalühtri ehk kroonlühtri) külge on finnitatud. Tuhid, millede kaudu woolu lambist (lambi õõgkiust) läbi saadetakse, tulewad iga Lambipesa juurde, kus nad niisama kahe metallist puudutusega ühenduses seisawad, nagu õõgkiu otsad lambi wälimiste puudutustega. Niipea kui lamp pesa sisse kruwitakse, astuwad lambi ja lambipesa puudutused teineteisega wastamisi elektrijuhtiwasse ühendusesse, ja wool hakkab süekiust läbi jooksuma, mis järeldusel see õõgama lööb ja walgust andma hakkab.

Niinimetatud Edisoni Lambipesad on kõige laialisemalt tarwitusel. Joon. 132 kujutab sedaselti lambipesa. Niisuguse pesa sissepanemiseks piab lambijala ümber metallist kruwisus käima, nagu seda joon. 131 näha võib. Ühe platinatraadi ots seisab selle kruwisufega ühenduses, sest et ta ongi üheks lambipuudutuseks. Teine lambipuudutus, mis teise platinatraadiga ühenduses seisab, on lambipõhja alla paigutatud.

Lambipesa sisemised seinad on lambikruwisufe wastuwõtmiseks kruwimutrina wälja lõigatud ja seisawad ühe wälimise woolujuhiga ühenduses, kuna pesa põhjas teise woolujuhiga ühenduses olew eraldatud metallist wedru leidub. Lambipesa seinad on üheks puudutuseks, metallist wedru teiseks puudutuseks.



132. Lambipesa.

Nõnda on siis võimalik lampi (joon. 131) lambipesasse (joon. 132) kindlalt seiswalt sisse kruwida. Sisse kruwides rõhub lambi põhjapuudutus lambipesa põhjas olevat wedru wastu, kuna lambi ja lambipesa küljepuudutused kruwifuste kaudu isegi heas ühenduses seisawad. Seega on siis lambi ja lambipesa mõlemad puudutused üksteise wastu rõhutud ja wool võib lambist, õigem, lambi süekiust takistamata läbi joosta.

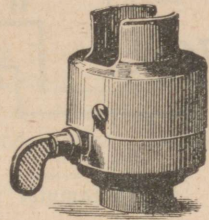
Mõnedel lambipesadel on väikesed kraanikesed küljes, nagu seda joon. 133 kujutab. Kraanikest pöörates võib lambipesa alumist puudutust — metallwedru üles ehk alla poole fergitada ja seega wooluteed ühendada ehk katkendada.

6. Õõglampide wooluühendus.

Õõglampide takistus on harilikult hästi suur, sellepärast piab siis ka kiudude otsadel suur põnewus walitsema. Ruid ^{133.} Kraaniga (kustutaja) lambipesa. tarwitatawa woolu tugewus on õige pisuke: 16-küünlaline Edisoni lamp annab 110 woldi põnewusel walgust ja tarwitab sellejuures umbes 0,45 amperi woolu ära.

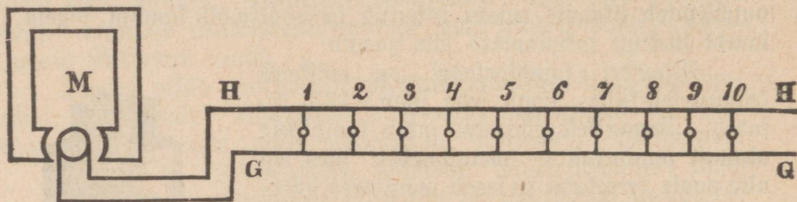
Edison töötas jällegi esimisena korralduse wälja, kuida võimalik on terve rida õõglampide ühe ainsama wooluallika, näit. diinamomasina abil üksteist segamata iseseiswalt põleda lasta ehk ära kustutada. Tema ei ühendanud lampide mitte üksteise järjestikku samasse wooluringisse, mis järelduisel wooluallika terve wool oleks pidanud igast lambist läbi minema ja ühe lambi kustumisega kõik teisedgi lambid ära kustuma, waid ta ühendab neid wooluteele kõrwustikku olekus, s.o. nõnda, et igast lambist ainult teataw osa wooluallika woolust, teataw haru wool läbi wõis joosta. Sarnase wooluühenduse häid külgi õppisime juba motorite juures tundma. Kõrwustikku wooluühendamise tõttu on hõlpsaste võimalik õõglampide mitmesugusel otstarbel suurel määdul tarwitusele wõtta ja nende abil majasi ja terweid linnaosasi korralikult walgustada.

Lampide kõrwustikku wooluühendamist kujutab kawaliselt joon. 134. Seal tähendab M diinamomasinat, millest kaks peawoolujuhti HH ja GG wälja lähewad. Nende wahel seisawad õõglambid 1, 2, 3 kuni 10 kõrwustikku ühenduses. Nagu kawast filma paistab, ei wõi wool ühest peajuhist teise muidu üle pääseda, kui ainult õõglampide kaudu. Sellejuures jookseb igast üksikust lambist ainult pisuke haru wool läbi. Domi seadust meelde tuletades leiame haru woolu tugewuse suuruse selleläbi



üles, kui lambist läbiminewa woolu põnewust lambi tafistuse peale jagame. Näit. kui on woolupõnewus = 110 wolti, lambi-
tafistus $w = 250$ oomi, siis on

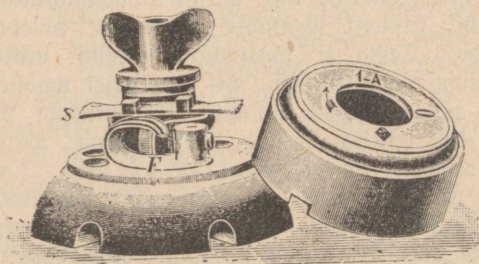
$$\text{woolutugewus } i = \frac{e}{w} = \frac{110}{250} = 0,44 \text{ amperi.}$$



134. Dõglampide wooluühenduse kawa.

7. Elektrilampide süütamine ja kustutamine.

Elektrilampide süütamiseks ja kustutamiseks ei ole muud midagi vaja, kui nendest läbiminewa woolu teed kas jatkata ehk kattendada. Kui lampidele juurde võib pääseda ja neid vaja on üksikult süüdata ehk kustutada, siis kannawad nad oma pesade küljes väikest kraanikest, nagu seda joon. 133 kujutab. Kraanikese peast käänates jatkatakse ehk kattendatakse lambiwoolu.



135. Woolukattendaja (kustutaja).

Sahetakse näit. teatawast kohast kõiki tuas olewaid lampisi korraga kustutada ehk süüdata, siis seatakse sinna kohta woolukattendaja üles ja lastakse tua lampide üht peajuhti läbi woolukattendaja minna. Niisugusel korral on peajuht kahe eraldatud wedru F wahel kattendatud. Niipea kui me aga näpupidemest käänates liistukese s mõlemate wedrude F peale seadime, ühendame kohe woolutee ja tua lambid hakkawad põlema. Kellannäitajate sihil (peripäewa) edasikäänates nihutame liistukese s

Kuid elektrilampisi võib ka eemal olles põlema panna ehk ära kustutada. Selle tarwis ei ole muud vaja, kui lampide wooluteele woolukattendaja asetada. Niisugust woolukattendajat, nagu seda joon. 135 kujutab, õppisime juba warem tundma (w. II, 32).

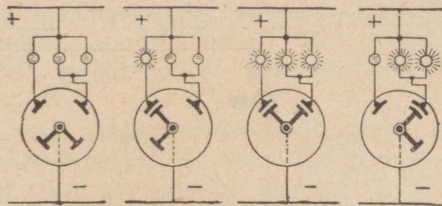
wedrude F pealt jällegi ära, selleläbi katkeb wool ja sel woolu-
teel olewad tua lambid kustuwad jällegi ära. Weel selfamal
sihil näpupidet edasi käänates jatkame uueste woolu ja lambid
lõowad jälle põlema. Sarnast hõlpsat süütamise ja kustutamise
wõimalust tulebgi elektrivalgustuse suureks paremuseks pidada,
ja sellepoolest ei saa üksigi teine valgustus elektrivalgustusega
wõistelda.

8. Lampide süütamine salkade kaupa.

Wida rohkem lampi põleb, seda enam kulub woolu ära
ja wool on kaunis kallis. Kuigi kõik lühtrilambid pidulikkudel
juhtumistel põlewad, aga igaford ei ole sarnast täielist walgust
wajagi, sest et juba mõne lambi põlemine tarbet täidab.

Majandusliselt oleks
see siis kasulikum, kui
teatawas ruumis ole-
waid lampi osakon-
dade kaupa süüdata
ja kustutada võib.

Näisugusel kor-
ral piab woolukat-
kendajal mitu puu-
dust olema. Näpu-
pidemest käänates lä-
heb wool ühe ehk teise puudutaja kaudu teatawatesse lampi-
desse. Nii on võimalik näit. lühtrilampi osakondade kaupa
süüdata: esiteks neljandik osa, näpupidet edasi käänates kolman-
dik osa ja siis kõik lambid.



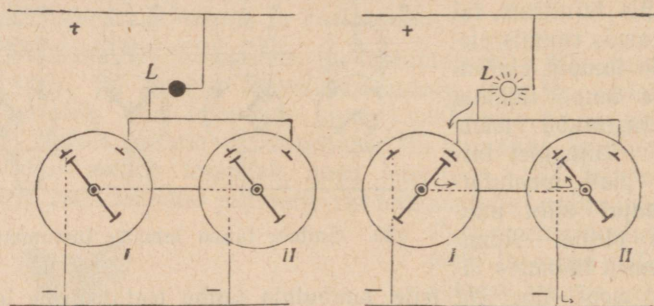
136. Salkade kaupa lampide kustutamine.

Selle otstarbega woolujatkaja kawalikkude ehitust kujutab
joon. 136. Seal on kahe põik (horisontalse) joonena kujutatud
peawoolu juhtide + ja — wahel kaks kõrwustikku ühenduses
olewat harujuhti pandud ja püstjoontega ära tähendatud. Üks
haruwool läheb ühest, teine kahest kõrwustikku ühendatud lam-
bist läbi. Kummagi harujuhi otsad seisawad woolujatkajas
oma puudutusega ühenduses. Celolewas jatkajas-kattendajas
(joon. 135) oli keeramise näpupideme külge üks õige liistuke s
finitatud, siin aga on see liistuke kaheharuline. Kui me käe-
pidet peripäewa keerame, siis jatkab kaheharuline liistuke lam-
pide woolujuhtisi järgmisel wiisil. Joon. 136 kujutatud esimesel
seisukorral on mõlemad haruwoolud kattendatud ja sellepärast
kõik lambid pimedad. Näpupidet keerates seadime puudutaja-liistu
teise seisukorda ja üks lamp hakkab põlema, kuna edasi keerates
ja puudutajat liistu kolmandasse seisukorda seadides mõlemad

haruwoolud jatkatakse ja kõik lambid walgust andma pandakse. Jällegi edasi käänates katkeb juba esimene haruwool, nagu seda joonistuse neljandal seisukorral kujutatakse, ja üks lamp kustub juba ära. Veel edasi keerates katkendatakse mõlemad haruwooluhid, ja kõik lambid kustuvad ära, kuna kustutaja kaheharuline liistuke enesele niisuguse seisukorra wõtab, nagu seda joon. 136 esimesel kujutusel näha wõime.

9. Wastamisi woolukatkendajad (kustutajad).

Sagedaste tuleb juhtumisi ette, kus waja oleks õõglampisi ühest kohast sүүüdata, teisest kohast kustutada. Näit. treppide walgustuses on kindlaste tarwis asja nii korraldada, et majakõõstest sisse astudes wõimalik oleks treppide lampisi sүүüdata ja



137. Wastamisi woolukatkendajate ühenduse kawa.

walgustatud treppisi mööda korteriukse juurde jõudes seal neid jällegi ära kustutada ehk ka ümberpöördukt. Niisugusel otstarbel pruugitawad abindud kannawad wastamisi kustutajate nime. Nende woolujatkajate kawalikkus sisseeadet kujutab kahel seisukorral joon. 137. Seal seisawad mõlemate katkendajate I ja II keeramiskohad teineteisega elektrilises ühenduses, kuna kummagi katkendaja kahest puudutuselt üht ühe —woolujuhiga otsekohe, teist jälle teise +woolujuhiga lambi L kaudu ühendatakse. Joonistuse 137 esimesel kujutusel näeme mõlemate katkendajate puudutawaid liistusi parallel (roobastikk) olekus —woolujuhi puudutuse peal seiswat. Seega ei wõi wool lambist mitte läbi joosta ega seda põlema panna. Niipea kui me aga katkendaja I näpupidet kääname, astub puudutaja liistuke selle puudutusega ühendusesse, mille külge lambijuht on finnitatud ja wool wõib lampi sүүüdates nooltega tähendatud teel

läbi lambi ja mõlemate kattendajate joosta, nagu see joonistuse teisest kujutusest silma paistab. Ühe ehk teise kattendaja näpu- pidet edasi keerates kustub lamp jällegi ära. Joonistusel tähendatakse musta ringiga pimedat lampi, kirkust piiratud ringiga põlevat lampi. Nõndawiisi on siis võimalik üht ja sama lampi kahest lahustkohast põlema panna ja kustutada.

10. Kaitsjad.

Elektriaparadid, nagu õõglambid ja motorid, tarvitavad teatava tugewusega woolu. Piaks neist suurema tugewusega wool läbi jooksmata kui ette on määratud, siis wõiwad nad kergeste wiga saada: suurema tugewusega wool sünnitab ka rohkem Joule'i soojust (w. VII, 2), ja sellepärast põlewad õõglambid warsti läbi. Suurel woolutugewusel wõiwad woolujuhid ise koguni tulekahju-kardetawalt kuumaks minna, kuna motorite määswoose-eraldus ära sulab, misläbi motor kohe tegewusewõimetuks jääb.

Suure tugewusega wool wõib juhtidesse kõigepealt liühikese ühenduse läbi tekkida (w. II, 23). Sel korral ei lähe wool ühest peajuhist teise mitte enam kaudselt, s.o. läbi õõglampide wõi motorite, waid otsekohe üle, olgu et peajuhtide paljad otsad üksteist puudutawad, olgu et niisketes ruumides mõlemate juhtide eraldus sedawõrd wõimetuks on jäänud, et wool otsekoheisel teel, ilma aparatidest läbiminemata ühest juhist teise üle jookseb. Muudugi teada on otsekoheise woolutee takistus hulga vähem kui kaudse woolutee takistus, ja Ohmi seaduse põhjal piab siis ka esimesel teel hulga tugewam wool käima kui teisel teel, sest et mõlematel juhtumistel wooluallika, näit. dünamomasina põnewus muutmata jääb.

Suure woolutugewuse läbi sünnitatawat kahju wõib n.n. kaitsjate abil ära hoida. Neid wõttis jällegi Edison esimesena tarwitusele. Praegusel ajal ei puudu nad ühesgi tugewa woolu sisseadluses.

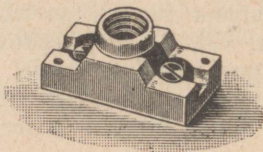
Kaitsjate ehitus ja tegewus põhjeneb Joule'i seaduse peal. Neid asetatakse teatawale wooluteele, midamööda nad suurema tugewusega woolu läbi ei lase kui ette oli määratud: niipea kui woolutugewus nõnda suureks paisub, et õõglampidele kahju wõib teha, sulab kohe kaitsja tina- ehk hõbetaadike ära, ja et wool traadikese kaudu jookseb, siis piab ta kohe kattema. Kaitsja taga olewad lambid kustuwad küll ära, aga nad jäewad terweks, kuna uue kaitsja sissepanemine ruttu ja hõlpsaste sünnib ja ühtlasi õige wähe kulu nõuab.

Niisugusid kaitsjaid asetatakse peajuhtidesse, harujuhtidesse ja iga lampidesalga juhtidesse, lühidalt — kaitsjad seisavad pea igal wooluteeharul ees.

Korgikujulist kaitsjat, nagu seda joonistus 138 kujutab, tuleb hästi otstarbekohaseks pidada. Ta on gipsist tehtud, ja tuletab oma välimuse poolest õõglambi alumist osa meelde: all on tal metallist plaadide (puudutus), ümberringi metallist kruwisus, kuna põhjapuudutuse ja küljekruwisuse wahel kaitsja traadide seisab. Niisugune kaitsjakork kruvitakse iseäralisesse woolukattendajasse, nagu seda joon. 139 kujutab. See tuletab



138 Kaitsja.



139. Kaitsjapeja.

omakorda õõglambi pesa meelde. On kaitsjakork kattendajasse sisse kruvitud, siis ei pääse wool muidu jooksmata, kui ainult korgis oleva kaitsja traadifese kaudu. Kaitsjakorkifisi

walmistatakse 3-, 5-, 10-, 15-, 25- jne amperilise woolutugevuse jaoks.

11. Nernsti lamp.

Uge wõitlus hakkas elektri- ja gaasiwalgustuse wahel siis peale, kui Auere gaasilampifisi oma wäljamõteldusega täiendas — Auere wõrguga gaasilambid põlewad hulga heledamalt ja ühtlasi palju odavamalt kui süükiuõõglambid. Nüüd pidi elektriõõglampifisi omakorda täiendatama. Nende põlemine on sellepärast liiga kalline, et nad liiga palju elektritööjõudu ära tarwitawad.

Nagu eelpool tähendatud, kulub 16-küünlalise elektri süükiuõõglambi põlemiseks umbes 50 watti (110 woldi põnewusel ja 0,45 amperi woolutugevusel) ära. Seega tuleb iga küünla heleduse kohta umbes 3,5 watti. Kuipalju maksab niisuguse õõglambi põlemine ühe tunni kestwusel?

Rimetatud lamp põleb 50 wati elektritööwõimusega, tunni jooksul tarwitab ta siis 50 watt-tundi elektritööd ära. Kilowatt-tund wõib 1000 watt-tundi maksab kestmiselt 30 kop. Seega tuleb 16 küünla heledusega süükiuõõglambi põlemine iga tunni jooksul $\frac{30 \cdot 50}{1000} = 1\frac{1}{2}$ kop. maksama. Aga niisamasuguse heledusega Auere gaasilambi põlemine maksab selsamal ajal waewalt $\frac{1}{5}$ kop. Nii, on siis süükiuõõglampide walgus Auere tule

walgusest 7—8 korda kallim, seega on siis ka viimane majandus-
liselt 7—8 korda tulusam tarvitada.

Süiekiuõõglamp võiks küll suurema heledusega walgust
anda, seega odavamalt põleda, kui ta süiekiud suuremat soojust
välja kannataks. Niipea kui aga soojus harilikust piirist kõrgema-
le on tõusnud, hakkab lamp küll kohe väga helendama, kuid
süiekiud laguneb sellejuures warsti tolmuks — põleb läbi, ja lamp
kustub jäädawalt ära.

Hariliku petroleumlambi, gaasisarwe ja ka elektriõõglambi
tule juures annawad walgust tulekuumuse läbi õõgama aetud
süieosakesed.¹⁾ Walgelt õõgaw Aueri gaasilambiwõrk on ise-
äraliste mineralide segudega läbi liutatud. Need ained on tule-
kindlad ja wõivad palju kõrgemat kuumust välja kannatada kui
süsi. Tulekuumuse käes walgelt õõgama liies annawad nad siis
ka walgust, mis õõgawa süiekiu walgusest hulga heledam ja üht-
lasi odavam on. Rahjaks ei wõi aga elekter niisugusest ollus-
test, nagu magnesiumogyd j.t., kuni nad külmad on, läbi woolata.
Need muutuwad elektrijuhtideks alles siis, kui nad kuumuse mõ-
jul punaselt õõguma lööwad. Weel paremine juhiwad selle-
juures elektriwoolu mitmete sarnaste mineralide segud. Reid
mineralisi elektriwalgustuse abinõudena tarwitades tuleb mitmeid
raskusi ära wõita, iseäranis sellepoolest, et nad külmas olekus
elektrieraldajad on. Sellest hoolimata läks prof. Nernstil korda
iselaadilist elektriõõglampi, n.n. Nernsti lampi luua, mis
harilikude süiekiuõõglampide wastu küünla helenduse kohta poole
wähem woolu tarwitab, seega siis ka poole odavamalt põleb.

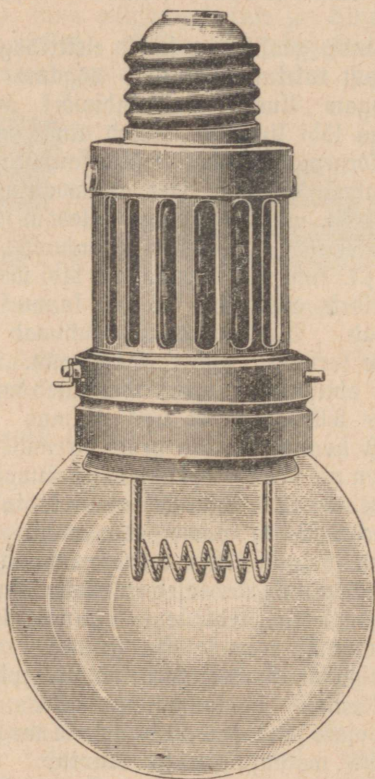
Nernsti lambis annab walgust teiste kohaste mineralidega
segatud magnesiapulgake. See pulgake lasseb elektriwoolu läbi
ja lööb walge helgiga õõgama, kui teda enne punase helgini
soojaks tehtakse. Selsoojendamist toimetatakse järgmisel wiisil:
walguseandwa magnesiapulgakese ümber korraldatakse platina-
traat, midamööda elekter esiteks woolama pannakse. Selle-
juures läheb platinatraat soojaks ja soojendab ühtlasi ka magnesia-
pulgakest sedawõrd, et ta ise woolujuhtiwaks muutub. Nüüd
katseb platinatraadist läbimineew wool, ja magnesiapulgake hak-
kab walgel helgil õõgama liies hästi heledat walgust välja saatma.

Joon. 140 kujutab Nernsti lambi wälimust, kuna joon. 141
sellesama lambi sisemist ehitust kawalikult esitab.

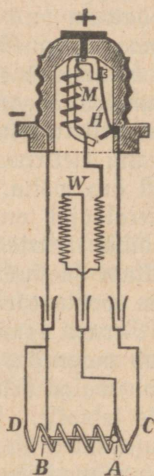
Põlemapanemisel läheb wool + puudutuse juures lam-
bisse ja jookseb haamrikesse H ja platinatraadi CD kaudu
— puudutuse juures lambist jällegi välja. Wool võiks + puu-
dutajast tules ka ümber wäikesse elektrimagneti ja läbi eeltakistuse

¹⁾ Waata „Peergudest elektrini“, lk. 38 ja ed.

W ning magnesiapulgafese A B joosta. Viimane ei lasse aga külmas olekus elektrivoolu mitte läbi. $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ minuti kestvusel soojendab voolu läbi kuumaks läinud platinatraat sedavõrd magnesiapulgafest, et vool ka teisel teel, s.o. + puudutuse, magneti M, takistuse W ja magnesiapulgafese A B kaudu — puudutuse juurde võib joosta. Sellejuures tekkiwa Joule'i soojuse



140. Nernsti lamp.



141. Nernsti lambi ehituse ja voolukäigu kava.

mõjul hakkab magnesiapulgafese kordkorralt ikka tugewamat voolu läbi lastma, sest et ta suurema soojuse käes paremaks voolujuhiks muutub. On voolu paraja tugewuseni paisunud, siis tõmbab elektrimagnet M haambriks H enese külge ja katkendab seega platinatraadi CD kaudu minema voolu. Nüüd hakkab terve vool läbi eeltakistuse W ja magnesiapulgafese A B jooksema

ja paneb wiimase walgel helgil õõgama ja ühtlasi heledat wal-
gust wälja saatma. Eeltakistus W ei lasse magnesiapulgafesest
läbiminewat woolu liiga tugewaks paisuda — kange kuumuse
käes kahaneb magnesia elektriline takistus suurel mōedul, kuna
takistuse kahanemisega woolutugewus kaswaks.

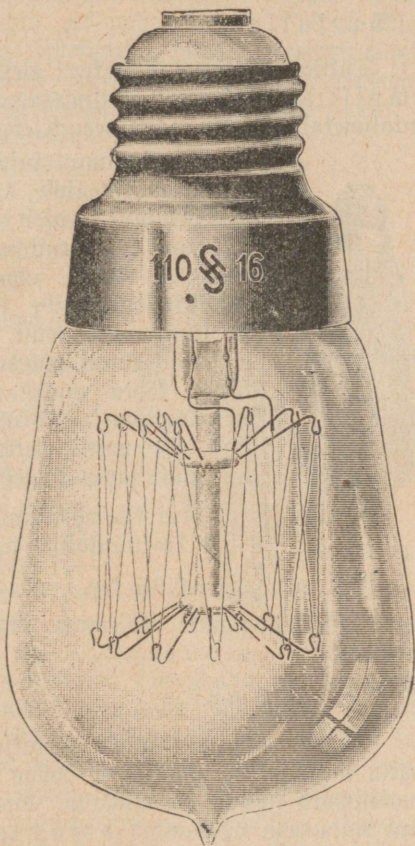
Nernsti lambid wõi-
wad hulga kõrgemal põ-
newusel põleda kui hari-
likud õõglambid. Linna-
des, kus 220 woldi põne-
wusega wool tarwitusel
on, töötawad Nernsti
lambid odawaste ja kor-
ralikult, kuna harilikud
õõglampid enamiste 110
woldi põnewusel põle-
wad. Nagu me teame,
wõib aga kõrgema põne-
wusega woolu odawamalt
kaugemale edasi saata.

12. Metallikiu-õõglambid.

Ainult siis on wõi-
malik kaaswõistlust ära
kanda, kui alatafa edu
ja täiuse poole püütakse.
Loomulikul olukorral on
igalpool paremusel ees-
õigus. Elektriõõglambid

wõiswad täiendatud
Aueri gaasilampidega jäl-
legi wõistlusesse astuda,
kui odawaste põlejad wä-
hewatilisised metalli-
kiu õõglambid wälja
töötati ja turule saadeti.

Nagu eelpool tähen-
datud, kõlbawad õõglampide kuumaterjaliks ainult niisugused
metallid, mis ärafulamise kartuseta õige suurt palawust
ära wõiwad kanda. Nendest on iseäranis tähtsad kolm
metalli: osmium hakkab alles 2500° palawuse käes sulama,
kuna tantal ja wolfram (niisama titan ja molybdän) ifegi
müristawa gaasi leegis ei sula. Kuulus gaasitule wõrkude



142. Tantalamp.

looja Auer von Welsbach hakkas esimesena metallikiuõõglampisi valmistama. Tema lampide õõgkiud oli osmiummetallist tehtud. Kuigi need lambid end eriotstarbetel kasulikult laiswad pruukida, aga üleüldiselt tarwituselewdtmiseks ei olnud nad siisgi weel mitte küllalt head.

a. Tantallamp.

Tuttaw Siemens-Schuckerti elektriäri hakkas n.n. tantalampisi fordaminewalt valmistama. Selle lambi õõgkiud on tantalimetallist, mida wäga peenikeseks kiuks wõib wälja wenitada.



143. Dsram-lamp.

Tantallampi kujutab joon. 142. Seal on tantalimetallist kiud kahe ria konksufeste wahela kaheteistkümmne-kordselt üles-alla käies finnitatud. Niisugune kiud finnitamise wiis lubab lampi igal seisukorral kiudu wigastamata põleda. Teiste metallikiuõõglampide juures aimatakse sedasama kiud finnitamise wiisi järele. Tantalamp wõib üle 1000 tunni põleda. Sellejuures tarwitab ta küünla kohta poole wähem elektrit kui harilik süekiuõõglamp: 16-küünlaline süekiuõõglamp kulutab 50 watti elektritööwõimust ära, niisama suur tantalamp kõigest 22 watti.

Kui kilowatt-tund 30 kop. maksab, siis tarwitab 16-küünlaline tantalamp ühe tunni jooksul

$$\frac{30 \cdot 22}{1000} = 0,66 \text{ kop. eest elektrit ära, kuna niisama heleda süekiuõõglambi põlemine ühe tunni jooksul } 1\frac{1}{2} \text{ kop. maksab.}$$

b. Dsramlamp.

Wolframimetalli peetakse senini kõige kohasemaks õõgkiu materjaliks, olgugi, et wäga raske on sellest metallist kauakestwaid kiudusi valmistada. Aueri seltsi töi esimesena wolframi kiududega õõglambid dsramlampide nime all turule. Dsramlampi kujutab joon. 143. Selles lambis on wolframikiud tantalambi kiud moodi ülemiste ja alumiste konksude wahela mitmekordselt finnitatud. Nende lampide peatähtsuseks tuleb seda asjaolu pidada, et nad põledes wähe elektrit ära kulutawad, seega siis wõrdlemisi odawat walgust annawad — iga küünla heleduse kohta tarwitawad nad 1_{10} — 1_{12} watti ära, kuna sellewastu süekiuõõglambid 3_{2} watti, Nernsti lambid ja tantalambid 1_{5} watti elektritööjõudu iga küünla kohta ära kuluta-

wad. Seega on siis tehniklaste kauaaegne soow — ühewatilise elektridöglambi loomine ligilähedalt juba täide läinud.

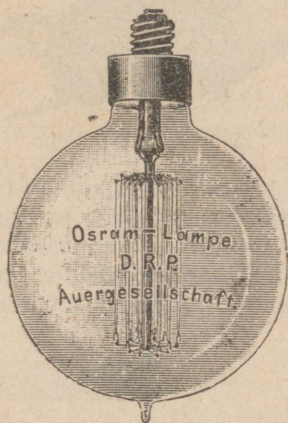
Osramlampid wõiwad 110- ja 220-woldilisel põnewusel põleda. Ka oma heleduse järele on õige mitmesugusid lampi müügile saadetud, nimelt 10—400 küünla heledusega. Suure heledusega, 100, 200 ja 400 küünla heledusega lampi kujutab joon. 144. Niisugused lambid wõiwad wäikeste elektrilooklampide aset täita, ja ei nõua sellejuures sugugi järewalwamist. 400-küünlaline sedafeltsi lamp tarwitab 110 woldi põnewusel 4 amperi woolu ära. Tema eluiga ulatab üle 1000 tunni.

Peale Aueri seltsi walmistawad weel mitmed teisedgi ettewõtjad metalli- = döglampsi, ja nimelt wolframlampsi, olgugi, et niisugusid lampi õige mitmesuguste nimede all müügile saadetakse.

15. Keetmine ja kütmine elektri abil.

Elektriwoolu läbi sünnitataw Joule'i soojus hakkab wiimasel ajal laialdast tarwitusele wõtmist keetmise ja kütmise asjanduses leidma. Nagu me teame, sünnitab elekter terwel woolamise ajal igas juhis teatawal määdul soojust. Muidugi wõib sel teel saadud soojuse abil iga teistgi keha ehk asja soojaks teha, näit. wett, sööki jne keeta, tuaõhku soojendada jne. Sellejuures on teadagi waja hästi soojendawaid traatisi nõndawiisi korraldada, et kõike saada-wat soojust kasulikult ära wõiks tarwitada. Tarwitusel on juba õige mitmeseltsi keeduaparatiisi. See aparatiisi osa, millesse soojendajad woolujuhid paigutatakse, kannab küttekoha nime. Need on enamiste tihedast sawist tehtud. Küttekoha soontes ja torudes seisawad platinaast walmistatud woolujuhid. Sawi on halb soojuse edasi saatja, sellepärast wõib woolujuhtides tekiwat Joule'i soojust suuremal kogul küttekohas kaua kinni pidada. Mõned küttekohad on õhukese hõbedakorraga kaetud kiwillaasi ribadest walmistatud. Niisugusel juhtumisel on hõbekord woolujuhiks.

Wäljast poolt waadates ei paista küttekohadest midagi iseralikku silma, kui traadist nõõri tähepanemata jätame, mida mööda soojuse sünnitajat woolu juurde juhitakse. Nõnda kujutab

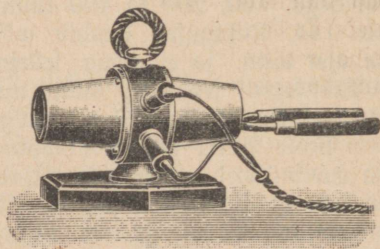


144. 400-küünlaline osramlamp.

joon. 145 elektrifohwifannu ja joon. 146 juustetangide soojendajat. Niinimetatud kütmiseregistrit näeme joonistusel 147. Neid võib kõrwustikku ühenduses soowitawal arwul tubade, waateakende, tramwaiwagonite jne kütmiseks üles seadida. Kütmiseregistrit warjab harilikult raudplekist mantel, millel



145. Elektri-fohwifannu.



146. Elektri-juustetangide soojendaja.

rohkearwulised augud sees on. Kütetraatidel on kindlaste ettemääratud elektriline takistus. Kui 110 woldi põnewusega wool kütetraatifi mööda jooksmata hakkab, siis võib woolul ainult kindel tugewus olla, sest et ta Ohmi seaduse põhjal teatud takistusest ja teatud põnewusest oleneb, ja et teatawa Joule'i



147. Elektri-küttereister (ahi).

soojuse kogu omakorda teatawast takistusest ja teatawast ruutwoolutugewusest oleneb, siis annab ka kütmiseregister ainult niisugust soojust, mis kindlaste ettemääratud otstarbe kohane on.

Oma haruldase lihtsuse ja puhtuse poolest ei jäta elektrikütmise- ja keetmiseaparadid enam midagi soowida. On majas elektriwool tarwitusel, tulgu ta kas oma dünamomasinast ehk linna keskjaamast, siis pruugib ainult woolu juurdejuhtimise traadi otsa nupp teatawasse auku pista, ja kütmise- või keetmiseaparadid hakkab koge oma tegewusega peale.

14. Elektrikütmise majandusline külg.

Nüüd tekib küsimus keele peale, kas on ka elektrikütmine majanduslikult küllalt eluõdimuline. Muidugi oleneb see peajasjalikult sellest, kui kallist elektrijõud saadaawal on. Harilikudel

oludel, kui elektriwoolu aurumasinaga ümberaetawast dünamomasinast wõetakse, tuleb elektrifütmine igatahes liiga kallis maksma. Teatawaste muudawad aurumasinad ärapõletatud süte jõust kõigest 8% mehaniliseks tööjõuks ümber. Natuke vähem weel on elektri tööjõud, mida aurumasinaga abil ümberaetawast dünamomasinast saadakse ja kütteaparaside abil uueste soojuseks ümber muudetakse. Piasime sellesama sütekoogu otsekohe ahjus ära põletama, siis wõiksime umbes 60% süte sees olewast soojusest kasulikult kütmise ehk keetmise otstarbeks kätte saada, seega peaaegu kahelks korda rohkemal arwul, kui see aurumasinaga, dünamomasinaga ja küttekehade abil kaudsel teel wõimalik oleks. Sellepärast ei wõi siis niisugustel tingimistel toimetatawat elektrifütmist wõi keetmist majanduslikult mitte kudagi otstarbekohaseks pidada.

Kahel juhtumisel on see siiski wõimalik. Elektriwoolu wõime hulga odawamalt siis kätte saada, kui dünamomasinaga ümberajamiseks auru- wõi gaasimasinaga asemel weetööjõudu tarwitame. Sel korral tuleb küll weewärgi esialgne sisseseadimine kalliks maksma, aga sellewastu ei nõua ta ka enam sarnasid pärastisi kulusi, nagu näit. aurumasinaga süte muretssemiseks ühtelugu tarwis läheb. Kõik, mis weejõu kasulikult äratarwitamisel kaasa töötab, ei ole siis muud midagi kui puhast kasu, ja sellepärast wõib siis küll ka elektriwoolu kütmiseks ja keetmiseks niisugusel juhtumisel majanduslikult kasulikult tarwitada. Ka nendes linnades, kus elektriwoolu suurtes keskjaamades sünnitatakse ja igale poole linna mööda laiali saadetakse, wõib elektriga kütmine ja keetmine küllalt eluwoimuline olla ja sellepärast suurel sammul edeneda. Walgustuse jaoks wäljasaadetaw wool katab seal juba kõik keskjaama kuld ära, sellepärast wõib woolu kütmise otstarbeks hulga odawamalt anda — keskjaama masinaid saab siis ju hulga kasulikult tarwitada, kui nad mitte üksi õhtu ja öösi walgustamise jaoks woolu ei anna, waid ka päewa jooksul küttewoolu sünnitamiseks töötawad. Nõnda wõib siis ülipuhtaid ja väga hõlpsaid elektrifütte- ja keeduaparatiisi seal kasuga tarwitada, kus elektriwool odawalt kätte saadawal on. Nimetatud aparadid ei sünnita kõige vähematgi nõge, suitsu ega muud mustust, ja nimelt sellepärast hakataks neid kordkorralt ikka suuremal arwul seniste kütte ja keedu sisseseadluste asemel edukalt pruufima.

15. Elektri-loomkuli.

Ka elektriloomkule hiilgaw nähtus põhjened lõpuks Zoule'i soojusetekkimise peal.

Elektrilooftule leidis Inglise loodufeteadlane Davy 1821. a. üles. Kui ta hästi tugewa galwanibatarei nabatraatide otsadele süepulgad finnitab ja neid teineteise külge puudutas, siis hakkas muidugi tugew batarei wool süepulkade kaudu ringi jooksuma. Süepulkasid teineteisest wähekesi eemale liikates pidi

woolukäik katkema, kuid Davy nägi, et pulkade wahelohal haruldase heledusega walgus paistma hakkas. Mõlemate süite otsad löiwad walgel helgil hiilgama, niisamati hakkas nende waheline õhuford sinakalt õögama, ja wool ei olnud sugugi katkenud, waid jooksis edasi, sest et õögaw õhuford woolujuhtiwaks oli muutunud.



148. Elektrilooftuli.

Seda nähtust nimetatakse elektrikalgu seloogaks või leegilooogaks ja sellepärast kalgust ennast loohtuleks. Niisugust nähtust võib seega ära seletada, et kuum õht elektrit kaunis hästi juhib. On elektripõnewus küllalt suur, siis võib ta ka sooja õhuforra takistuse ära wõita ja sellest läbi joosta. Suure takistuse ärawõitmisel tekib aga soojus, pealegi nii suurel määdul, et mõlemad

juhtide otsad ja nende wahel olew õhuford õögama löowad: loohtule palawus tõuseb 3000—4000° C. Leegilooht ise kui õögaw gaas ei annagi palju kalgust, aga päris kalguse sünnitajateks tuleb walgel helgil õögawaid süite otse pidada. Kuumagi helendawa süie otstest lendawad õögawad süieosakesed

niihästi läbi õögawa õhufihi teise süe otša poole, kui ka ümber-
ringi wabasfe ruumi laiali. Süe otšad muutuwad siis läbimi-
newa woolu mõjul tolmuks, kuid niisugune tolmunemine ei ole
mõlemate otšade juures mitte ühetasane. Positiwlise süe otšast
lendab palju rohkemal arwul õige pisukesi süekibemekesi lahti kui
negatiwlise süe otšast. Selle järeldušena tekib positiwlise süe
otšale walgel helgil õögaw auguke wõi krater, negatiwlise süe
otšale jälle pisuke terawa ladwaga kõrgustik, nagu seda joon. 148
kujutab. Pealeselle wõib süe otšadel pisukesi ümarikka osakesi
ühtelugu edasitagasi jooksmas ja paiguti piisafestena külge finni
hakkamas märgata. Need tulewad süe sees olewatest mustustest,
mis looktule kange kuumuse käes sulama hakkawad. Loohtule
jauks tarwitatawaid süsa piab eriwiiši wabritsema. Reid pres-
sitakse kas süepulbrišt pulkadeks wälja (n.n. homogensüed) ehk
jälle on nad sedawiiši tehtud, et pulga süest südant mingi ker-
geste sulaw heledaste helkiw ollus, enamiste weeflaas, ümbritseb
(n.n. tahtsüed). Joonistusel 148 on positiwliseks süeks üle-
wel jäme tahtsüüsi, all negatiwliseks süeks peenike homogen-
(ühe-
taulise) süe pulk.

Süepulgad põlewad kuumuse mõjul ja juurdepääsewa
õhuhapniku kaastegewusel aegamööda ära, kusjuures alalise woolu
tarwitamisel positiwline warem otša lõpeb kui negatiwline süsi.
Sellepärast on siis alalise woolu lampide positiwline (ülemine)
süsi pea poolewõrra jämedam kui alumine, negatiwline süsi.
Niisugusel korral põlewad nad mõlemad ühesugusel pikkusel ära.

Wõib juba arwata, et ka kiireste jooksfuši muutja wahel-
daw wool elektriloohtule sünnitab. Nagu me teame, muutub
looktules elektri töõjõud soojuseks ümber ja waheldaw wool
sisaldab niisama elektri töõjõudu, nagu alalinegi wool. Wahel-
dawa woolu tarwitamisel wõiwad muidugi mõlemad süed ühe-
sugused olla, ja nad põlewad mõlemad ühetasaselt ära, sest et
kumbgi nendest waheldamisi positiwliseks ja negatiwliseks woolu-
nabaks on.

Loohtuli nõuab, et mõlemate süte otšadel 40—50-woldiline
woolupõnewus walitseks, muidu ei wõi leegilook wältawalt kesta.
Waheldawate woolude põnewus wõib kõigest 28 kuni 30 wolti
suur olla.

Loohtule heledus oleneb muidugi sellest, misuguse tu-
gewusega wool süte otšadest üle hoowab. Jämedaid wõi
peenikesi süepulkasi ja nende kohaseid woolujuhtisi tarwitades
wõib siis woolutugewust wäga mitmesuguselt muuta. Sellejä-
rele muutub siis ka tule heledus, mis mitusada kuni mituküm-
mend tuhat küünalt suur wõib olla.

Rui mõlemate süite otsad teineteist puudutavad, siis läheb wool otsekohe ühe pealt teise peale üle, ja et sellejuures üleminemise takistus mitte küllalt suur ei ole, siis ei wõi ka nii suur soojus tekkida, mis süite otsad heledalt õõgama ajaks ja selleläbi looktule walguse sünnitaks. Sellepärast piab looktule saamiseks süite otsasi esimese külgepuudutuse järele kohe natukese maa taha ära lahutatama. Ruigi süite otsad algul teineteisest parajal kaugusel seisawad, nõnda et walguseloogal paras ja tarwilik pikkus on, siisgi hakkab see wahekaugus, muidugi, sel korral kui süied ise paigal seisawad, kordkorralt suurenema, sest et süied lühemaks põlewad. Wiimaks suureneb süite otsade wahekaugus sedawõrd, et elekter enam ei jaksagi wahelolewa õhukihi takistust ära wõita, mispärast wool katkeb ja looktuli ära kustub.

16. Looctule regulerimine.

Nõnda siis, kui looktuld tahetakse igapäewase tarwitamise wõimuliseks teha, piab süisa liikuwalt korraldama ja sarnase regulerimise wälja arwama, mille abil wõimalik oleks süite otsasi alati kohasel kaugusel hoida. Kõige esiteks piab regulerimise korraldus süite otsasi sedawõrd lähendama, kuipalju ärapõlemise teel otsade wahekaugus suureneb. Teiseks tuleb süisa woolu käimapanemise otstarbel enne üksteise wastu liikata ja siis kohe lahutada, et looktuli süite otsade wahel wõiks tekkida. Seda piab muidugi regulerimise korraldus iseendamiselt toimetama. Kolmandaks piab ta ka juhtuwaid woolutugewuse wankumisi tasandama, s.o. woolutugewuse paisumisel wahekaugust suurendama, kahanemisel vähendama.

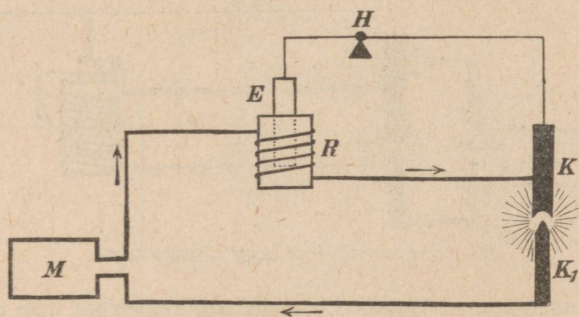
Sellepärast hakati juba looktule alguselt peale sarnasid regulerimise korraldusi wälja arwama, mida lühidalt elektrilooکلampideks nimetatakse. Muidugi teada, et nii peenikesse regulerimise korralduse ehitus, mis woolutugewuse iga wäheha kui wankumise järele süite otsasi seadib, ainult siis wõimalik on, kui regulerimiseks woolu ennast tarwitatakse.

Elektromagnetismus wõis sellejuures kõige lihtsamaks abinõuks olla. Rui pehmest rauast pulga ümber see woolujuht mäsfitakse, mille kaudu looktule sünnitaw wool jookseb, ja raudsüdame wastas liikuw ankur üles seatakse, ehk jälle kui sedasama woolu läbi pooli saadetakse, millesse liikuw rauapulk wõib sisse tungida, siis on meil niisugune mehanismus (masinawärk) walmisgi, mis woolutugewuse kohaselt kangemaid ehk nõrgemaid liigutusi sünnitab. Nende liigutustega wõib nüüd hariliste mehaniliste abinõude waral rataste ja hammas- tega kangifeste abil ehk kudagi teisel wiisil süisa endid liikuma

panna. On süte otsjade wahke liige wäfte, seega woolutugewus liiga suur, siis piab regulerimisemehanismus sedawiisi tegewusele astuma, et süte otsjad teineteisest eemale nihkufiwad, kuni takistus, järgnewalt siis ka woolutugewus jällegi harilikku suuruseni tasaneb. Wastupidiselt juhtumisel, s.o. alawäärtuslisel woolutugewusel piab lamp ise ka süte otsjade wahkeaugust wastupidiselt korraldama, s.o. süsa teineteisele lähemale nihutama.

17. Peawoolu-looklambid.

Braegunimetatud elektrilist reguleerimist wõib mitmesugusel teisendatud kujul ette wõtta, mis omal ajal tundma õpitud dünamomasinate teisendatud ühendamisil meelde tuletab. Nimelt wõib reguleerimist esiteks peawoolu teele paigutada, nagu seda joon. 149 kawalikult kujutab. Dünamomasina M wool käib

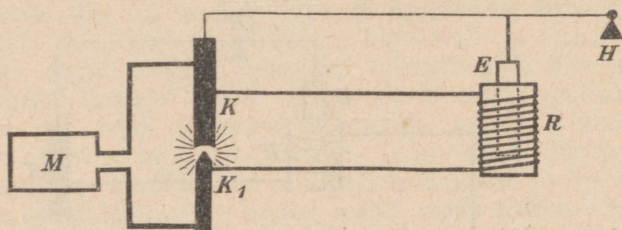


149. Peawoolu-looklampi ehituse kawa.

seal reguleerimise korralduse R ja mõlemate süte K ja K₁ kaudu ringi. Seega seisawad reguleerimise aparat ja mõlemad süied järjestikku ühenduses, ja neist jookseb sama wool, hargnemata peawool, läbi. Reguleerimise korralduseks on siin elektromagnet R, millesse raudpulk E suuremal ehk vähemal mōedul sisse wõib tungida. Raudpulk E ja ülemine (positiivline) süsi K finnitakse kangikese külge, mis end tuetusepunkti H ümber lasseb keerata. Tulelooga iga takistuse muudatus ja üleüldse iga woolutugewuse wankumine awaldab oma mõju reguleerimise korralduse peale. Woolutugewuse kaswamise korrall tungib raudpulk E sügawamalt pooli R sisse, misläbi ka süte K ja K₁ wahkeaugus, seega ühtlasi tulelooga takistus kaswab, kuni woolutugewus loomuliku suuruseni on kahanenud. Sarnasid lampisi nimetatasse peawoolu-looklampideks.

18. Haruwoolu-looklambid.

Muidugi võib looklambisje minewat woolu sedawiisi jooksmata panna, et regulerimise korraldusest ainult väike haruwool, süite otsade kaudu aga suurem osa lambi koguwoolust läbi läheb, kusjuures reguleriw wool süitewooluga kõrwustikku ühenduses seisab, nagu seda joon. 150 ülewaatlikult kujutab. Dünamomasin M sünnitab woolu, mis süie K juures kahte harusse jaguneb. Üks neist jookseb süite K K_1 kaudu, teine positiwlise süie K regulerimise korralduse R ja siis negatiwlise süie K_1 kaudu dünamomasina juurde tagasi. Raudsüda E ja ülemine süie K on üheöälalise kangikese külge kinnitatud, mis end punkti H ümber lafeb keerata. Niisugused regulerimise korraldused kannawad haruwoolu-looklampide nime. Süite haruwoolu tugewuse kaswamisel kahaneb muidugi reguleriwa



150. Haruwoolu-looklampi ehituse kawa.

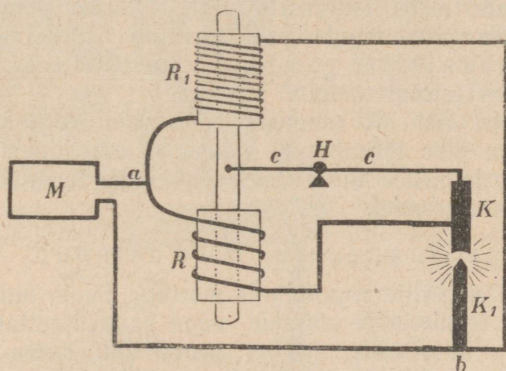
woolu tugewus, sest woolu kogutugewus amperides jääb muidugi muutmata, kuna ühe haruwoolu tugewuse kaswamine tingimata teise haruwoolu kahanemise sünnitab. Reguleriwa woolu kahanemisel võib raudsüda E wedru tõmbel sedawõrd pooli R seest wälja tõusta, et süied üksteisest eemale taganewad, nagu see süitewoolu liiga suurel tugewusel piab süündima. Kui süitewool jälle liiga väike on, siis tungib kaswanud reguleriwa woolu tugewusel raudpulk süigawamale pooli sisse, selleläbi lükatakse süied loomale, ja looktule takistuse wähenemisel võib süite kaudu jällegi suurema tugewusega wool joosta.

Peawoolu-looklambid on siis süündsad tarwitada, kui woolluallika kohta ainult üks lamp walguft annab. Muidu tuleb neid järjestikku ühenduses lasta põleda, kusjuures kõigist lampidest seesama wool läbi piaks käima. Kuid niisugusel korraldamisel kustuksiwad ühe lambi kustumisel ka kõik teised järjestikku woolluahelas olewad looklambid ära. Nõnda puuduks üksikutele lampidel iseseisew põlemise ja kustumise wõimalus.

Sellewastu wõiwad haruwoolu-looklambid kõrwustikkü ühenduses täieste iseseiswalt põleda. Üksainus dünamomafin wõib terve ria sarnasid looklampi oma wooluga sõõta, kusjuures kõit lambid kahe dünamomafinast wäljatulewa woolujuhi wahel kõrwustikkü ühenduses seisawad.

19. Differentiaal-looklambid.

Järjestikkü ühendamisefks, kus kõigist lampidest sama wool läbi jookseb, ei kõlba ülemalkirjeldatud looklampidest kumbgi hästi, sest et nad woolutugewuse reguleerimise juures üksteist wastamisi segasiwad. Sefner-Alteneck mõtles aga omapoolt



151. Differentiaal-looklambi ehituse kawa.

iseäralise reguleerimise korraldusega looklambi, n.n. differentiaal-looklambi wälja, mis kõigiti korrapärast ja hästi ka järjestikkü ühenduses põleb.

Differentiaal-lampidesse minew wool jaguneb niisama kahte harusse. Üks haruwool jookseb ühe reguleerimisepooli (solenoidi) ja süite kaudu, teine haruwool ainult teise reguleerimisepooli (solenoidi) kaudu dünamomafina juurde tagasi, nagu seda joon. 151 ülewaatlikult kujutab.

Wool, mis mafina M juurest tuleb, jaguneb a kohal kahte harusse. Peaosa läheb solenoidi R ja süite K ja K_1 kaudu, wähem osa jälle solenoidi R_1 kaudu otskohe punkti b juurde, kus mõlemad haruwoolud jällegi ühinewad ja sedawiisi dünamomafina juurde tagasi tulewad. Ühine raudpulk ulatab mõlemate solenoidide õensustesse. Selle raudpulga kestpaiga külge kinnitatakse kangife cc , mis punkti H ümber pöörataw on ja teise

otsa küljes positiivlist sütt K kannab. Solenoidi R_1 woolutugevuse harilikult määrast suuremaks paisumisel tungib raudpulp pooli R_1 õensufesse, mis läbi ülemine süü alumisele lähendatakse ja süte otsade vaheline takistus vähendatakse, nii et süte kaudu jällegi tugewam wool võib joosta. Piaks aga R wool oma harilikult tugewuse määrast kõrgemale paisuma, siis tungib raudpulp pooli R õensufesse, selle läbi kerkib süü K üles poole, süte vaheline takistus suureneb ja läbiminea woolu tugewus hakkab jällegi kahanema. Kui mõlemate solenoidide R ja R_1 tõmbejõud ühesuurune on, s.o. kui kummagi keerdukes ettemääratud tugewusega wool jookseb, siis ei tungi nende raudsüda enam mitte kummalegi poole õensustesse, mis pärast siis ka süte otsade wahe muutmata jääb. Nõnda põhjenez differentiaal-looklampide reguleerimise korraldus lihtsal wiisil kahe solenoidi magnetilise tõmbejõu suuruste wahe (differenti) peal. Sellest tulebgi lampide nimetus.

Nüüdsel ajal on enamiste differentiaal-looklampid tarwitusel. Nagu juba tähendatud, põlewad nad järjestikku ühenduses hästi, ja nende tundelikud reguleerimise korraldused ei jega iiksteist oma tegewusel.

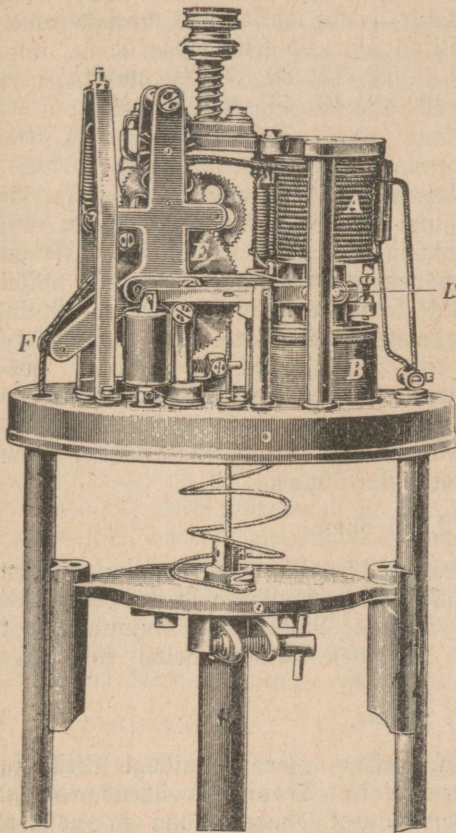
a) Mehanilised reguleerimise abinõud.

Peale elektrilise reguleerimise wõetaks kõigis lampides weel mehanilised reguleerimise abinõud, nagu hammasrattad, wäikesed winnad jne tarwitusele, sest et nende abil ankrud ehk raudsüdamed liigutusi süte eneste peale edasi kantakse. Sellejuures piawad nad woolutugevuse wankumiste wastu tundelikud olema ja süte otsasi rahulikult lähendama wõi kaugendama, nagu seda tarbe nõuab. Nii sugusel otstarbel panewad ankrud ehk raudsüdamed liigutused kõige esiteks teatawaid hammasrattaid käima ehk seisma, mis läbi süte otsasi ühtelugu rahulikult ja tarbe järele korraldatakse. Mehanilised reguleerimise korraldused on waga mitmelaadilised, sest et pea iga lambiwabrik oma enese wäljarwatud erikorraldusi tarwitab. Siin wõtame ainult ühe looklampi reguleerimise kirjelduse käfile.

b) Siemens - Schuckerti differentiaal lamp.

Siemens - Schuckerti differentiaal - looklampi kujutab joon. 152. Selle lambi elektrilist osa esitawad neli pooli A ja B. Nagu joonistusest filma paistab, on kahel üllemisel poolil jämedast traadist, kahel alumisel poolil peenikesest traadist keerud peal. Ülemiste poolide keerdukesst jookseb siis süte õõgama ajaw peawool läbi, kuna alumiste poolide keerduksi

mööda ainult väite reguleerimise haruwool jookseb. Ladinakeelse tähe H sarnane raudkeha ulatab oma ülemiste ja alumiste otsadega nelja pooli õensustesse. Selle neljaotsalise raudkeha külge on hark D finnitatud, mis ühele ehk teisele poole liikudes hammasrataste



152. Siemens-Schuckerti looklamp.

20. Looklampide ühendamine.

Suuremalt jault ühendatakse mitmed Looklambid kõrvaltiku olekus. Nimelt sünnib see alati siis, kui segawalgustust, s.o. õõglampide ja looklampide tarvitatakse.

Kui põnewus woolujuhtides 110 volti on, nagu see harilikult suurtes linna elektrivalgustuse sisseseadlustes ette tuleb,

jooksu käima paneb ehk finni piab. Hammasratastega seisab ühenduses pööratas E, mille ümber nõör F käib. See nõör kannab ihes otsas üht, teises otsas teist süe finnipidajat. Ülemise süe finnipidaja suuremal raskusel hakkavad rattad ümber jooksema, kuni mõlemate süte otsad kokku puutuvad. Sel filmapilgul jookseb tugew wool läbi ülemiste poolide, mis raudkeha oma õensustesse tõmbuvad. Raudkeha liikumise järelduksena lahkuvad süte otsad üksteisest, ja nüüd hakkab differentiaalne reguleerimise korraldus neid tarbekohaselt järele nihutama.

Looklampide wälimus tuletab isemoodi latrisi meelde, millede ülemises osas reguleerimise korraldus leidub, kuna süed alumises osas seisawad. Wiimaseid piirab klaasist pall.

siis ühendatakse alati kaks looklampi järjestikku olekus, kuna niisugused paarikaupa järjestikku ühendatud lambid peawoolu juhtidega kõrwustikku ühenduses seisawad. Iga looklampi näpistepõnewus on õige mitmesugune. Põnewuse mitmesugusus oleneb tarwitatawa woolu tugewusest. Järgmine tabel näitab, misuguses wahekorras alalise woolu looklampide woolutugewuse ja näpistepõnewuse tarwilikud suurused seisawad:

Woolutugewus 3, 6, 9, 12, 15, 20, 30, 40 amperi.

Näpistepõnewus 30, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 52 wolti.

21. Lisatahistus.

Kui nüüd 110 woldi põnewusega wooluharul kaks järjestikku ühendatud looklampi põlewad, siis tuleb nende kabe lambi wooluteele weel teatava suurusega lisatahistus sisse jätta, mis üleliigse woolupõnewuse eneses ära tarwitaks. Näit. kaks 12-amperilist järjestikku lampi tarwitawad praegu esitatud tabeli põhjal 84 wolti näpistepõnewust ära. On wooluõrgu põnewus 110 wolti suur, siis jääb terweni 26 wolti üle, mida lisatahistus ära piab kulutama, sest et lampide haruwoolu põnewus kokku 110 woldi wõrra langema, s.o. ära kuluma piab. 12-amperiline wool jookseb muidugi ka läbi lisatahistuse. Ohmi seaduse põhjal on siis lisatahistuse suurus:

$$\frac{\text{liigpõnewus}}{\text{woolutugewus}} = \frac{26}{12} = 2,166 \text{ ohmi.}$$

Lisatahistuseks tarwitatakse lihtsalt paljast traati, mida eraldawa (harilikult portselanist) aluse ümber mässitakse ja siis plekist kaitsewarjuga finni taetakse. Sarnane lisatahistus kinnitatakse looklampide woolukattendaja lähedusele kusagile seinä külge üles.

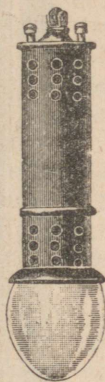
22. Looklampide põlemise wältus.

Looklampide põlemise wältus oleneb muidugi sellest, kui pikki ja jämedaid süsa tarwitatakse. Teatawaste ühendawad end süüd tulelooga kõrgel temperatural õhuhapnikuga ja põlewad sellepärast aegamööda ära. Keskmiselt põleb kumbgi süsi tunni jooksul umbes 20 mm wõrra lühemaks. Mitmesuguste woolutugewuste jaoks pruugitakse mitmesuguse jämedusega süsi. Harilikult pandakse lampidesse niisugusid süsi, mis 6—10 tundi wastu lööwad. Lampide põlemise wältust wõib siis märksa suurendada, kui wärsket õhku tuleloogast eemale hoitakse. Sel otstarbel paigutatakse põlewaid süsa klaasist palli sisse, kuhu õhuhapnik juurde ei pääse. Niisuguste lampide, n.n. kauapõlewate looklampide põlemise wältus ulatab kuni 150

tunnini. Nende lampide tulelooga põnewus on lahtiste tulelookade põnewusest hulga suurem — iga farnase lambi näpiste-põnewus ulatab 70—80 woldini.

23. Väikesed looklambid.

Raua ei wõidud looktuld vähemal mōedul, wäikese ruumide, läbikäikude, tubade jne walgustamiseks tarwitusele wōtta, sest et kohane regulerimise korraldus puudus: 100—200-küünlaiste lampide regulerimise abinõud oliwad liiga suured ja töötasid pealegi waewaliselt. Seda puudust parandas Siemens-Schuckerti wabriku poolt turule saadetaw iseäraline pisuke looklamp, mis Villiputi looklambi nime all tuttaw on. Nüüd walmistawad mitmed teised ärid niisama sugusid lampisi ja saadawad neid mitmesuguste nimede all müügile (näit. Mignon, Berkeo, Piccolo j.t. wäikesed looklambid). Kõikide nende lampide looktuli põleb kauapõlewate lampide eeskujul finnisel klaaspallis, kuhu wärske õhk mitte kergeste ligi ei pääse. Sarnaste lampide wälmuust kujutab joon. 153. Neid tarwitatakse rippuwas olekus. Lamp on kõigest 31 cm kõrge, tema läbimōet on 6, klaaspalli läbimōet 8 cm. Ta põleb 80 woldi põnewusel ja kas 1-, 2- ehk 3-amperilisel woolutugewusel, kusjuures ta 110, 170 ehk 330 küünla heledusega walgust annab. Lambi mehhanismuses puudub jooksuwārk, sütelikumist juhib ainult magnetiline regulerimise korraldus. Niisugused lambid põlewad weel odavamalt kui Nernsti, osram- ehk tantallambid.



153. Wäike rippuw looklamp.

24. Bremeri looklamp.

Looklambid sünnitawad walgust üleüldse palju majanduslisemalt (odavamalt) kui õõglambid. Reskmiselt annab looklamp iga kulutatud hobusejõu (736 watti) kohta umbes 1200 küünla wōrra walgust, kuna Wolframi lamp niisama suure jõu wastu kõige rohkem 700 küünla wōrra walgust annab. Ühtlasi kaswab nõudmine hiilgawama walgustuse järele kordkorralt ikka suuremaks, ja tehnika püüab seda walguse poole sihitud tungi rahuldada, kuna ta ikka heledamat walgustust ilma suuremate lisafukuludeta pakub. Waja oli siis uusi kangeid walguseallikaid luua, mis weel majanduslisemalt oma ülesannet täidaksid kui harilikud looklambid. Bremer on sellepoolest enam-wähem eesmärgile jõudnud: tema looklambis põlewatele sütele on jõe-

spati segu, kaltsiumi ja strontiumi soolasi juurde lisatud. Põledes annavad nende soolade aurud ka omapoolt walgust.

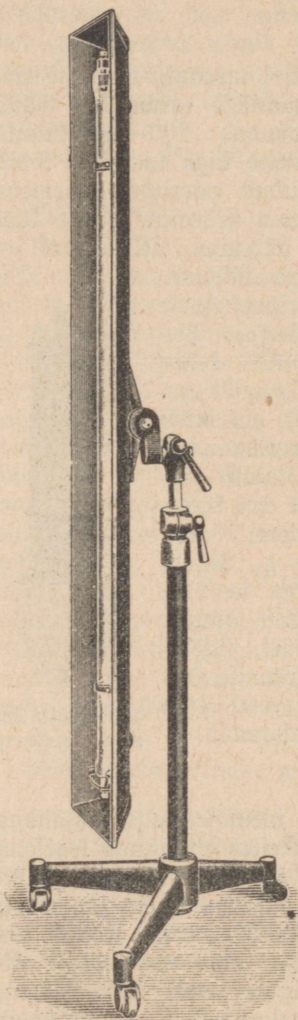
Metalli aurude loomuse järele sünnitawad sarnased süed kas kollaka, punaka ehk piimawalge looktule. Sarnased wärwid ei lähe mitte üksi soojemaks, waid ka $1\frac{1}{2}$ —2 korda heledamaks, olgugi, et woolutugewus endiseks jääb. Kuna soolade aurud woolu kaunis hästi juhiwad, siis wõib nüüd ka suuremat tulelooka ja ühtlasi heledamat walgust sünnitada kui see muidu wõimalik on.

Niisuguste sütega lambid kannawad leegiloo galampide nime. Süsa wõib nendes lampides, nagu harilikudes looklampidesgi, üksteise all püsti olekus põleda lasta. Kui aga piaks tahetama suurt walgust peaaesjalikult ülewelt alla poole heita, nagu seda waateafnate jm walgustamiseks tarwis läheb, siis on soowitaw Bremeri eestujul süsa wiltu olekus põleda lasta, kusjuures leegiloo süte alumises otsas helendab. Sarnaste lampide warijüljeks tuleb ainult seda pidada, et nad wastikuid ja kahjulikka aurusi laiali lautuwad. Sellepärast ei wõi Bremeri lampisi finnistes ruumides tarwitada.

25. Elawhõbe-looklamp.

Looktuli ei sünni mitte üfinda kase puudutawa ja siis lahuminewa süie wahel, waid ka kase metalli wahel, nimelt õp-jaste peenifesteks osafesteks jagunewate metallide wahel. Rõdige

lihtsamalt wõib tulelooka elawhõbeda abil tekitada. Sel põhjasmõttel walmistatawaid elawhõbe-looklampisi



154. Elawhõbelamp.

tarwitatakse nüüd õige sagedaste erivalgustamise ja ärilise kuulutamise otstarbel, sest et nad oma rohelas-sinise valguse tõttu iseäranis terawaste filma torkawad. Nende lampide tulelooka ei lasta mitte õhus, waid elawhõbeda aurust tekkida. Selle tarwis pruugitakse suurt 50—100 cm pikka õhutühja klaastoru, mida elawhõbeda aur terweni täidab. Lambi negatiivseks nabaks on wedel elawhõbe ise, positiivseks nabaks kas raud ehk grafit. Zoon. 154 kujutab sarnast elawhõbelampi ühes ja-laga. Tulelooga saamiseks ei ole muud waja, kui ainult klaastoru ühes raamiga lamawasse olekusse liikata ja siis jälle endisesse seisukorda tagasi seadida, mida jala otstarbekohane ehitus kergeste laskeb teha. Lambi nabad seisawad 110-woldilise woolu juhiga ühenduses. Toru ümberliikates hakkab all otsas olew elawhõbe aegamööda grafiti naba poole jooksema, ja kui ta selle juurde on jõudnud, wõib woolukäik algada. Klaastoru endisesse seisukorda tagasi liikates wajub küll elawhõbe alumisesse otsa tagasi, aga grafitinabast lahkudes muutub osa elawhõbedat auruks ja see hakkab nüüd toru õensust kogu pikkusel täitma ja läbiminewa woolu tõttu tuleloogana valgust andma.

Elawhõbelamp ei täida mitte üksi erijuhtumistel oma ülesannet hästi, waid ta hakkab n.n. kwartslambina, mis üliodawaste põleb ja ühtegi järelwalwamist ei nõua, ka harilikude looklampide aset üleüldise valgustamise otstarbel täitma.

Elawhõbelooftuli on harilise looftule wastu hästi rikas lühikeselajaliste kiirte, nimelt ultrawioletti-kiirte poolest. Seda tuleb elawhõbelambi tähtsamaks omaduseks pidada, sest et ultrawioletliste kiirte abil mitmesugusid nahahaigusi arstitakse. Harilik klaas ei laske sarnasid kiireid mitte läbi, sellepärast waimistatakse arstlikel otstarbel kwartsist elawhõbedatorusi. Ka n.n. uwioli-klaasist wõiwad ultrawiolettlised kiired läbi tungida. Sellepärast leiawad otstarbekohased uwiolilambid arstlikes tegewuses laialist tarwitamist.

VIII.

Elektriwoolu keemialine tegewus ja selle tarwitamiselewõtmine.

1. Elektrolüs.

Üksigi loodusejõud ei seisa teiste loodusejõududega nii mitmesuguses ühenduses kui elekter. Teatawaste võib elektriwool väga kergeste walgust, soojust ja magnetlisi ning mehhanilisi jõudusi sünnitada. Aga ta võib niisama hõlpsaste ka keemialisi tegewusi ette tuua, tegewusi, mis elektri enese teadusliku uurimise jaoks, kui ka igapäise tarwitamiselewõtmise pärast ülitähtsad on.

Nagu me teame, on elektri woolu juhid kahte seltsi: esimese ja teise klassi juhid. Esimesesse klassi käiwad kõik metallid, siis weel süsi ja selen. Teise klassi kuuluvad kõik seguwedelikud, mis üleüldse woolu juhivad. Oma olemuse poolest lähewad kummagi klassi juhid teineteisest lahku. Metallidest, s.o. esimese klassi juhtidest läbi joostes sünnitab elektriwool ainult soojust. Kui ta aga teise klassi juhist, s.o. mõnest juhtiwast seguwedelikust läbi läheb, siis lahutab ta alati wedeliku keemialiselt nendeks aineteks ära, millede segu wedeliku sünnitab. Niisugune keemialine lahutamine sünnib kindlaste äramääratud seaduste järel. Sellepärast nimetatakse teise klassi juhtisi harilikult weel elektrolütideks. Nimetus tuleb greekaakeelsest sõnast λύειν (lüein = lahutama). Wedelikulahutamise toimepanemine kannab elektrolüsi nime.

2. Anod ja katood.

Tahetakse batarei ehk dünamomasina woolu teatawasti wedelikust läbi juhtida, siis tuleb wedelikusse kaks traati või kaks metallist plaati panna. Üht traati või plaati ühendatakse wooluallika positiwlise nabaga, teist traati või plaati negatiwlise nabaga. Need plaadid või traadid kannawad elektrodide nime (sõnast ὁδός = hodos = tee). Kummagi elektrodi wahel tuleb kindlat wahet teha. See elektrod, mis wooluallika positiwlise nabaga ühenduses seisab, on anodi nime all tuttaw

($\alpha\nu$ = an = juurde; anod = juurdejuhtiw tee). Teine elektrod, mida wooluallika negatiivlise nabaga ühendatakse, kannab kathiodi nime ($\kappa\alpha\tau$ = kat' = juurest, ära; kathed = juurest juhtiw tee).

3. Wool lahutab elektrolüüt ainult elektrodide juures.

Kui nüüd faks ühesugusest metallist elektrodi, näit. faks platinaelektrodi mõne juhtiva wedeliku sisse, näit. nõrga weewli- happe sisse pistetakse ja nende kaudu elektrivool jooksmata panakse, siis jaguneb wedelik alati nendesse osadesse ära, milledest ta koos seisab — läbiminek elektrivool lahutakse alati wedeliku üksikutesse sissuainetes ära. Nähtawaste ei sünni aga lahutus mitte fokuwedelikus, waid ainult elektrodide eneste juures. Elektrodide wahet kohal ei ole wedelikus midagi isearaliku märgata, sellewastu wõime aga elektrodide eneste juures ülestõuswaid gaasimullikesi näha, ja kui me neid mullikesi ligemalt järele uurime, siis leiame, et kathiodi juures weefiik, anodi juures hapnik tekib.

4. Metall ilmub lahutuseseaadusena kathiodil.

Woolujuhtiwateks wedelikudeks (elektrolüütideks) on üleüldse kas hapete (näit. weewli-, soola-, salpetri- jne hapete) ehk soolade (keedusoola-, wasewitrioli-, hõbenitridi- jne) sulatiseid weefees. Täieste puhast weefi ei juhi teatawaste peaaegu mitte sugugi elektrivoolu.

Jgas soolas, näit. weewlihapus wõib wasewitriolis, leidub ühe sissuosana ikka metall (wasewitriolis on faks wass), kuna teisiks sissuosaks kas mõni hape, hapnik, floor (chlor) ehk mõni teine aine on (wasewitriolis leidub teise sissuosana weewli- hape). Kui me nüüd mõnda soolapulatist elektrolüüserima (elektri- woolu abil sissuosadeks lahutama) hakkame, siis lahkeb ikka metall pulatise seest negatiivlise elektrodi (kathiodi) juurde wälja, kuna soola ülejäänud sissuosad positiivlise elektrodi wõi anodi juures ilmsile tuleb.

Woolu abil elektrolüüti lahutades ilmub siis ikka kathiodil: wasewitriolist — puhast metallilist wass, tsingiwitriolist — tsink, salpetrihapust hõbedast — puhast hõbe, kullakloridist — puhast kuld. Sellest wõime juba aimata, mis sugune ülisuur tähtsus elektrivoolu keemialisel tegewusel on: woolu abil wõime metalli nende soolade pulatustest kõige puhtamal kujul wälja lahutada, mida teisel teel ainult wäga kunstliste abinõude waral

saab teha, kui see üleüldse ongi võimalik. Soola teine sisoosa lahjub sulatiseft positiivlisel elektrodil või anodil välja.

5. Anion ja kation.

Rumbagi sisoosa, milleks wool elektrolüiti ära lahutab, nimetatakse elektrolüüdi *ioniks* (ion = ion = rändaw). Faraday eeskujul tähendatakse elektrolüüdi seda sisoosa, mis positiivlisel elektrodil või anodil ilmub, *anioni* nimega, kuna negatiivlisel elektrodil või kathodil väljalahkuw elektrolüüdi sisoosa *kationi* nime kannab.

Sellest järgneb nüüd seadus:

Iga elektrolüütilise lahutuse juures lahjub ifka puhas metall kathodil välja. Metall on alati kation.

Selle seaduse järele käib ka wefinif metallide hulka; näit. weewlihappes (SO_4H_2) on wefinif H_2 kationiks ja jäänus SO_4 anioniks.

6. Teisendprotsessid.

Praegu ettetoodud ja üleüldiselt maksew seadus, millejärel elektrolüüdi mõlemad sisoosad wabanewad, nõnda et üks neist anodil, teine kathodil ilmsile tuleb, ei paistu mitte igakord selgeste silma, nii et arwata võiks, nagu ei oleksgi see seadus päris õige.

Kui wedelikku tema sisoosadeks ära lahutatakse, siis wõiwad need sisoosad, kui neil üleüldse sarnane omadus ei puudu, omakorda wedeliku enese ehk elektrodide peale keemialiselt mõjuda. Elektrolüüsi juures tulewad sellepärast väga sagedaste tõsiste lahutuse saaduste, s.o. mõlemate elektrolüüdi sisoosade asemel niisugused saadused ette, mis selleläbi tekiwad, et ionid oma puhast keemialist mõju kas wedeliku enese või elektrodide peale awaldawad. Niisuguse nähtuse kohta üteldakse, et elektrolüütiliselt äralahutatawad sisoosad wedelikus või elektrodides omakorda keemialisi lahutusi, s.o. teisendprotsessi sünitawad.

Kui me näit. kahe platinaelektrodi kaudu wee sees olewast floornatriumi-(keedufoola-) sulatiseft elektriwoolu läbi saadame, siis piaks positiivlisel elektrodil (anodil) waba floor, negatiivlisel elektrodil (kathodil) jälle natrium tekkima. Oma tekkimise-silmapilgul mõjub aga natrium kohe lahutawalt wee peale ja sünitab selleläbi lõikawa (söwwa) natroni ning wefiniku, kuna waba floor gaasimullikestena anodi juures ülles tõuseb. Nimelt positiivline sisoosa, s.o. anion, milleks harilikult mõni hape, floor ehk mõni teine kangeste mõjuw aine on, astub pea alati elektrodide metalliga ehk wedelikuga keemialisesse ühendusesse.

Niisama wõib ka metall, mis negatiivlisel elektrodil ilmub, teiste wedelikus leiduwate ainetega filmapilkselt keemialisesse ühendusesse astuda, kui ta üleüldse hakkawa keemialise tegewusewõimuga on. Nimelt mõjuwad alkalimetallid, nagu kalium ja natrium, ifka lahutawalt nende sulatises olewa wee peale, ühnewad sellega loikawaks kaaliks ehk loikawaks natroniks ja lasewad wedelikku wabalt ette astuda.

Just niisugused kaudsed wõi teisend-protsessid sünnitawadgi elektrolüüsi esimesel ülesleidusel ekfiarwamise, nagu jaguneks otsekohe wesi ise oma sifuosadeks, sest et woolu weest läbiminemisel negatiivlise elektrodi juures ifka wesiinik, positiivlise elektrodi juures alati hapnik tekkis. Nähtawaste pidi siis wesi otsekohe oma sifuosadeks, s.o. wesiinikuks ja hapnikuks lagunema. Kuid hilisemad järeluurimised selgitasiwad, et päris puhast wett, milles soolade jälgegi ei leidu, elektrolüüserida ei wõigi, sest et ta woolu sugugi ei juhi — ta on täielik eraldaja. Kui aga wesi elektriwoolu enamwähem hästi juhib, nagu seda jutu all olewate wee-elektrolüüsi katsetel tähele panime, siis piawad alati wee sees soolade, nimelt natroni- ja kaalisoolade sulatised suuremal ehk vähemal mөөdul leiduma. Elektriwoolu läbi jagunewad need wee sees olewad soolad oma sifuosadeks. Negatiivlisel elektrodil tekiwad metallid mõjuwad omaforda lahutawalt wee peale, misläbi seal wesiinik wabaneb ja nähtawale hakkab tulema. Soolade jäänus ühineb anodil (positiivlisel elektrodil) omaforda wee wesiinikuga, kuna wee hapnik sellejuures wabaneb. Igatahes tulewad wee sifuosadena wesiinik ja hapnik siis nähtawale, kui elektriwool (sooladega segatud) weest läbi jookseb, aga see ei sünni mitte otsekoheisel elektrolüüsi teel, waid kaudselt — teisend-protseptide läbi. Seesama nähtus kordub, kui me wett mõne happega, näit. soolahappega segame, mida harilikult siis meelega tehtakse, kui wett hästi woolujuhtiwaks soowitakse muuta. Tööpoolest ei ole niisugusel korral mitte wesi woolujuhtijaks, waid weewlihape (SO_4H_2), mille kationina wesiinik (H_2) negatiivlisel elektrodil otsekohe ilmub, kuna jäänus (SO_4) anionina (positiivlise elektrodi saadusena) wee (H_2O) wesiinikuga (H_2) ühinema piab, sest et ta wabalt ei wõi olla, ja sedawiisi wabanenud weehapnik (O) hakkab anodil mullifestena wee sees üles tõusma.

7. Elektrokeemialised mõisted.

Jällegi oli eesotsas Faraday, kes elektrolüütilisi nähtusi karwapealse terawusega läbi uuris ja teadusele selged seadused nende nähtuste kohta kätte muretjes.

Rõigepéalt wõtame nüüd mõned elektrofeemialised mõisted waatlemise alla. Siis wõime hõlpfaste Faraday seadustest aru saada.

a. A t o m i k a a l.

Arwatawaste tahame kõige esiteks järgmise küsimuse peale wastust saada: Kui teataw ühendus, näit. floornatrium, woolu läbi oma sifuosadeks (flooriiks ja natriumiiks) piab jagunema, kuipalju floori ja kuipalju natriumi saame siis ühel ajal elektrodidel?

Keemia on iga elemendi wõi algaine jauks teatawa arwu leidnud, mis aine atomikaalu wõi liidukaalu tähendab. Keemialises ühenduses olewate ainete märkide (enamiste ainete ladinakeelsete nimetuste esimese ehk esimeste tähtede) ja atomikaalu abil wõime kerge waewaga wälja arwata, kuipalju kaaluosafi igast aineist teatawas ühenduses leidub.

Kloori (Cl) atomikaal on näit. $35,45$, natriumi (Na) atomikaal $23,05$. Kloornatriumi wõi keedusoola keemialiseks märgiks on ClNa. See tähendab: $35,45$ kaaluosa floori ja $23,05$ kaaluosa natriumi segades saame keedusoola wõi kloornatriumi (ClNa), mis $35,45 + 23,05 = 58,5$ kaaluosa raske on.

Kui me keedusoola (ClNa) wee sisse puistame ja sellest sulatifest elektriwoolu läbi laseme joosta, siis lahutab wool sulatise sifuosadeks ära: teatawa aja pärast leiame negatiwliisel elektrodil (kathodil) $23,05$ kaaluosa Na (natriumi), positiwliisel elektrodil (anodil) jälle $35,45$ kaaluosa Cl (floori). Nõnda l a g u n e b läbiminewa elektriwoolu mõjul teatawa keemialise ühenduse (siin ClNa) sulatis selle ühenduse sünnitawate elementide atomikaalu wahekorras (siin $23,05 : 35,45$) sifuosadeks (siin Na ja Cl) ära.

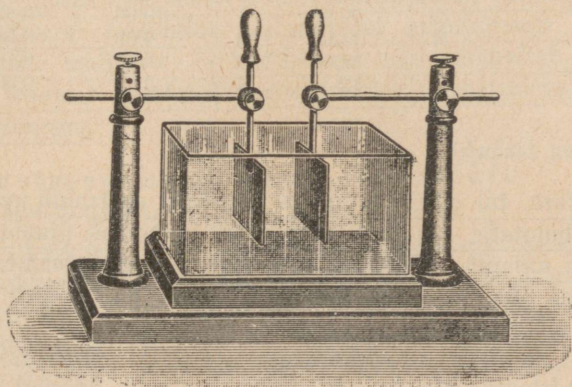
T e i n e n ä i t u s. Wasewitrioli (weewlihapu-wase) keemialiseks märgiks on SO_4Cu . See tähendab: wasewitriol sisaldab 1 atomi S (sulfur'i = weewelt), 4 atomi O (oxygenium'i = hapnikku) ja 1 atomi Cu (cuprum'i = waske). Kui me nüüd kolmest nimetatud aineist (SO ja Cu) wasewitrioli tahame walmistada, siis piame soowitawa ühenduse saamiseks iga ainet kindlal raskusemõedul segama, nagu seda wasewitrioli keemiline märk wõi formula (SO_4Cu) ja ühendusesse astuwate ainete atomikaal wõi liidukaal ära määrab. Atomi kaal on: weewlit S = $32,06$, hapnikul O = 16, $O_4 = 16 \times 4 = 64$, wasel Cu = $63,6$. Kui me siis $32,06$ kaaluosa weewlit, 64 kaaluosa hapnikku ja $63,6$ kaaluosa waske ühte segame, siis saame wasewitrioli, mis kokku $32,06 + 64 + 63,6 = 159,66$ kaaluosa raske on.

b. Elementide keemialine väärtus ja keemialise väärtuse kaal.

Atomikaal näitab, kuipalju korda ühe ehk teise elemendi atom vesiniku atomist, kui üksusest suurem on. Näit. hapniku atomikaal on 16, mis tähendab, et hapniku atom vesiniku atomist 16 korda rohkem kaalub. Vesi (H_2O) seisab kahest vesiniku ja ühest hapniku atomist koos. Seega on vees 2 kaaluosa vesinikku ja 16 kaaluosa hapnikku, nii et ühe vesiniku kaaluosa peale 8 hapniku kaaluosa tuleb. Arw 8 kannab hapniku keemialise väärtuse kaalu nime. Ta näitab, misuguses kaalulises wahetorras hapnik vesinikuga wee sünnitab. 9 naela wett sisaldab siis 1 naela vesinikku ja 8 naela hapnikku.

Hapniku keemialise väärtuse kaalu 8 leiame seega üles, kui hapniku atomikaalu 16 arwu 2 peale jagame. Arw 2 näitab, kui mitme vesiniku atomiga üks hapniku atom keemialisesse ühendusesse astub. Arwu 2 nimetatakse siin hapniku keemialiseks väärtuseks.

Keemialine väärtus oleneb üleüldse sellest, kui mitme vesiniku atomiga teatava elemendi 1 atom keemialise suguluse pärast kindlasse ühendusesse wõib astuda. Keemialikult on siis elemendid, nagu järgnewast tabelist wõime näha: üheväärtuslised (floor, hõbe jt.), kahewäärtuslised (wast, tsink, hapnik), kolmewäärtuslised (kuld, lämmastik) ja neljawäärtuslised (süsinik, platina jt.).



155. Wafewoltameeter.

8. Elektrokeemialiste suuruste tabel.

Atomikaal, keemilise väärtuse kaal ja elektro-
keemialised väärtused (ionide jaadused elektrodidel).

Elemendid	Märk	Atomikaal ehf liidukaal	Väärtus	Keemilise väärtuse kaal	El.-keem. väärtused 1 coulombi kohta milli- grammides.
wesinik	H	1,008	1	1,008	0,01045
kalium	Ka	39,15	1	39,15	0,4060
naatrium	Na	23,05	1	23,05	0,2390
kuuld	Au	197,2	3	65,73	0,6810
hõbe	Ag	107,93	1	107,93	1,1183
wassr	Cu	63,6	1	63,6	0,659
"	"	"	2	31,8	0,329
elawhõbe	Hg	200	1	200	2,073
"	"	"	2	100	1,036
siatina	Pb	206,9	2	103,45	1,072
inglistina	Sn	119	2	59,5	0,617
"	"	"	4	29,75	0,308
raud	Fe	55,9	2	27,95	0,290
"	"	"	3	18,63	0,193
nikkel	Ni	58,7	2	29,35	0,304
"	"	"	3	19,57	0,203
tsink	Zn	65,4	2	32,7	0,338
hapnik	O	16	2	8	0,0829
floor	Cl	35,45	1	35,45	0,367
jod	I	126,85	1	126,85	1,315
broom	Br	79,96	1	79,96	0,828
lämmastif	N	14,04	3	4,68	0,0486
weewel	S	32,06	2	16,03	0,166
füsinif.	C	12	4	3	0,0311

9. Faraday jaadused.

Zgaford, kui ollust (keemialist ühendust) elektrolüüsi teel sifusofadeks lahutatakse, seisawad elektrodidel jaadawad sifusofad (s.o. kationid ja anionid) niisamasuguses kaalulises wahekorras, nagu lahutatawas ollusesgi. Ehk: lahutatud ionide hulk oleneb nende keemilise väärtuse kaalust.

Kui me näit. floorhõbedat (AgCl) elektrolüüserime, siis saame sel ajal ikka kathodil $107,93$ kaaluosa hõbedat (Ag), kui anodil $35,45$ niisama suurt kaaluosa floori (Cl) on tekkinud. Kaaluosadeks wõiwad grammid (g), milligrammid ($\text{mg} = \frac{1}{1000}\text{g}$),

loodid ehk ükskõik misfugused raskuseüksused olla. Iga 1 g hõbeda kohta tekib siis anodil $\frac{35,45}{107,93}$ g floori.

See seadus on ka sel korral maffew, kui seefama wool mitmest järjestikku seiswast wedelikust elektrolüüserides läbi piab jookfma.

Sifuosade hulgad, mis kõifidest wedelikfudeft sama woolu läbi wälja lahutataffe, seisawad üksteifega niifamafugufes wahekorras, nagu nende sifuosade keemialife wäärtufe kaaludgi.

a. Näitus ainete sifuosadefks jagunemife kohta.

Seefama wool elektrolüüserib ühel ajal kolme. wedelikku. Ühes on teedusoola- (ClNa) sulatis, teifes weewlihappe- (SO_4H_2) sulatis, kolmandas inglistinakloorüri- (SnCl_2) sulatis. Ühel ja samal ajal saadawate ionide hulgad piawad nende keemialife wäärtufe kaalude wahekorras üksteifega seisma.

Teatawa aja jookfful tekib esimeseft wedelikust: kathodile 23,₀₅ g natriumi, anodile 35,₄₅ g floori. Selsamal ajal wõib teifest wedelikust kathodile ainult niipalju wefinikku (H) tekkida, et ta oma raskufe poolest wäljalahutatud (23,₀₅ g) esimese wedelikku natriumiga keemialife wäärtufe kaalu kohases wahekorras seifaks. Selle järele ilmub teifest wedelikust: kathodile 1 g wefinikku, anodile pool jäänufest SO_4 , f.o. 48,₀₃ g, ja kolmandast wedelikust: anodile 1 wäärtufekaal floori, f.o. 35,₄₅ g floori, kathodile jälle 59,₅ g inglistina.

Kui tekitatawad ionid elektrodidega ehk wedelikuga teifendprotsessifsi (elektrolüüfi kaufseid saadufsi) piakfiwad sünnitama, fiis on ka selforral keemialine wäärtufekaal lahutatawate saaduste hulga kohta maffew — ka kaufsel teel wälja lahutatud saaduste hulgad seisawad omakesfel nende keemialife wäärtufekaalu kohases wahekorras.

b. Woolutugewufe mõju elektrolüüfi saaduste kohta.

Katfetel selgub, et 10 amperi tugewufega wool kümme korda rohkem ionifsi ära lahutab, kui selsamal ajal 1 amperi tugewufega wool. Sedasama wõib ka aja kohta ütelda: 1 amperi tugewufega wool sünnitab 10 sekundiga kümme korda rohkem saadufsi, kui sama wool ühe sekundi kestufusel. Lühidalt:

Ionide sekundiline saadufehulk oleneb teatawa elektrolüüfi juures ainult läbiminewa woolu tugewufest.

Rõnda seisab elektrolüüsi saadusehulki äratarwitatud elektrihulgaga teatavas vahekorras.

Elektrihulka mõdetakse ampersekundiga, mis 1 coulomb'i (kulón'i) nime kannab. Elektrihulk on 1 coulombi võrra siis suur, kui wooluringi igast punktist 1 amperi tugewusega wool 1 sekundi jooksul läbi jookseb.

Jonide saadusehulki kummalgi elektrodil oleneb läbimine-wast elektrihulgast wõi coulombide arwust.

See on ükskõik, kas wähese aja wältusel tugew wool wõi pika aja wältusel nõrk wool elektrolüüdist läbi läheb, äralahutatawate ionide hulk ja nende raskus jääb ikka seksksamaks, sest et ionide saaduse sünnitaw coulombide arw seksksamaks jääb.

Elektrokeemialiste suuruste tabeli wiimases weerus olewad arwud näitawad, kuipalju milligrammi teatawat ioni 1 coulombi tugewusel ühele elektrodile wedeliku feest wälja wõib lahkuda. Seda arwu nimetatakse teatawa ioni elektrokeemialiseks wäärtuseks.

Kui me seda wäärtust tunneme ja ühtlasi teame, misuguse tugewusega wool kui kaua ajajooksul tugewusel oli, siis wõime ka hõlpsaste teatawa ioni raskuse wälja arwata. Seks ei ole muud waja, kui ioni elektrokeemialist wäärtust coulombide arwuga kaswatada, ja sedawiisi saadud kaswatis tähendab ioni raskust milligrammides.

c. Näitus elektrolüüsi saaduste raskuse kohta.

5 Danielli elemendi woolul lasti 10 minuti jooksul kahest elektrolüüsiiristast läbi joosta. Ühes riistas oli hõbedasulatis, teises happega segatud wesi. Kuipalju kaalus elektrolüüseritud hõbe ja wesiinif, kui woolutugewus $i=0,5$ amperi suur oli?

Esimese riista kation (hõbe) kaalus:

$$1,1183 \times 0,5 \times 10 \times 60 = 335,49 \text{ mg}$$

el.-feem. wäärtus \times coulombid = milligrammid.

Teise riista kation (wesiinif) kaalus:

$$0,01045 \times 0,5 \times 10 \times 60 = 3,135 \text{ mg.}$$

Faraday seadustest wõime nüüd kokkuwõttena järgmise seaduse üleüldistada:

Jonid raskus milligrammides = ioni elektrokeemialine wäärtus \times coulombid.

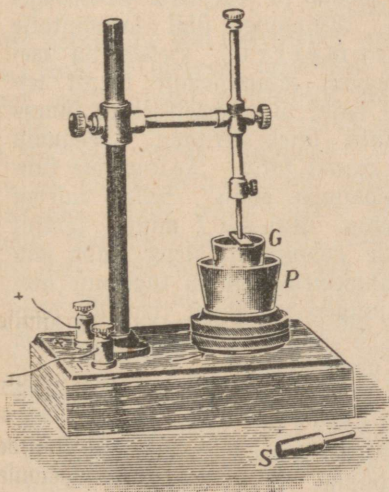
Sel seadusel on elektrotehnikas õige suur tähtsus. Jonide raskuse järel wõib muidugi ümberpöördult ka woolutugewuse üle otsustada. Selle seaduse peal põhjeneb niinimetatud woltameetrite ehitus ja tugewus.

10. Voltameetrid.

Mida suurem tugewus woolul on, seda rohkem ionisi jaksab ta teatawal ajal ära lahutada. Niisama võib ümberpöörduvalt oletada: mida rohkem ionisi wool teatawal ajal ära lahutab, seda suurem on ta tugewus. Järgnewalt võib woolu keemialist tegewust woolutugewuse mõetmiseks tarwitada. Sel otstarbel töötawaid aparatiisi nimetatakse woltameetriteks. See on ükskõik, misugusi wedelikfusi woltameetrites tarwitatakse, sest et kõikidest wedelikfudest sama aja jooksul ionisi nende keemialise wäärtuse kaalu kohasel hulgal wälja lahutub. Praktiisist tarwituft leiawad: wasewoltameeter, hõbewoltameeter ja plahwatawa gaasi woltameeter.

a. Wasewoltameeter.

Seda woltameetrit kujutab joon. 155 (lk. 213). Seal seisawad kaks platinast plaadikest weewlihapu wasesulatises (wasewitriolis). Kui nüüd teatawa aja, näit. 1 minuti jooksul woolu sellest woltameetrist läbi lastakse joosta, siis hakkab wedelikust negatiwlisele platinast elektrodile waske wälja lahkuma. Woolu läbi wedelikust wäljalahutatud waske kaaludes wõime kohe ära arwata, kui suure tugewusega läbi läinud wool oli. Selle tarwis piab ainult teadma, kui palju waske 1 amperi tugewusega wool 1 minuti jooksul wedelikust wälja lahutab. Karwapealsete mõetmiste najal on kindlaks tehtud, et 1-amperiline wool 1 minuti jooksul 19,74 mg waske wedelikust ionina wälja lahutab. See arw on alati ühesugune, sellepärast võib teda mõeduiüksusena tarwitada. 1 minuti jooksul woltameetris tekkinud wasehulka (milligrammides) 19,74 peale jagades leiame kohe, kui suur läbiminea woolu tugewus amperides on.



156. Höbewoltameter

b. Hõbewoltameeter

on harilikult niisugusel kujul tarwitusel, nagu seda joonistus 156 esitab. Salpetrihapu hõbeda sulatis, mis wedelikuks on, seisab platinast

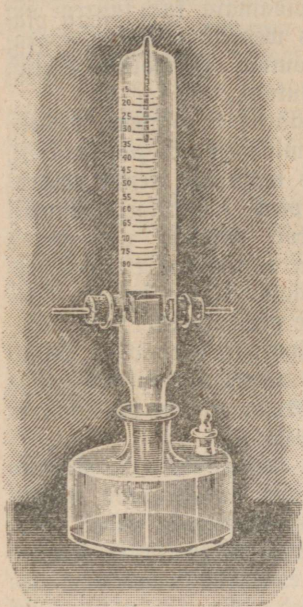
poti P sees. Pott P on metallist alusele pandud, mis woolu-
allika negatiivlise nabaga ühenduses seisab. Seega täidab pla-
tinast pott ise negatiivlise elektrodi aget. Elektrolüütiliselt ära-
lahutatud hõbe tekib siis poti sisemistele seintele. Positiivliseks
elektrodiks on väike hõbetilinder S, mille all wedelikus klaas-
nõute G sel otstarbel seisab, et juhtumisi pudenevaid hõbetükki
poti P põhjast ära võiks eraldada.

Elektriwoolu mõjul lahkeb sulatiseft poti P seintele hõbe
välja, kuna wedeliku jäänus, nimelt salpetrihapu, hõbetilindrile
ilmudes hõbedaga keemialiselt jällegi salpetrihapuks hõbedaks
ühineb. Wiimane sulab wedelikus jällegi ära. Sellepärast ei
muutu wedelik oma kokkuseade poolest sugugi: Faraday seaduse
järele lahkeb hõbetilindrist just niisama palju hõbedat wedeli-
kusse, kui palju wedelikust hõbedat platinapoti seintele välja
eraneb. Celolewa tabeli järele arwates leiame, et 1 amperi
tugewusega wool jaksab 1 minuti jooksul 67,10 mg hõbedat
välja lahutada. Kui meil nüüd woolu läbiminemise aeg ja
platinapoti raskusewahe enne ja pärast woolu läbiminemist
teada on, siis võime sellejärele woolutugewust amperides hõlp-
faste välja arwata.

c) P l a h w a t a w a g a a s i w o l t a m e e t e r.

Wase- ja hõbewoltameetri järele võisime kummagi lahu-
tatawa ioni hulga üksikult ära määrata. Niisama võime mõle-
mate ionide hulka üheskoos ära mõeta ja sellejärele woolutuge-
wust amperides välja arwata. Niisugusel sibil tarwitatakse
p l a h w a t a w a g a a s i w o l t a m e e t r i t. Selles on we-
delikuks nõrk weewlihape, mis woolu läbiminemise korral tei-
sendprotsesside (kaudse elektrolüüsi) najal platingelektrodide juures
gaasikujulist wesiiniku ja hapnikku lasab tekitada. Sedawiisi
saadud gaasid kogutakse ühisesse ruumi kokku. Teatawaste sünni-
nitawad wesiinik ja hapnik plahwatawa gaasi. Sellest tulebgi
kõne all olewa woltameetri nimetus. Kui me 1 minuti jooksul
tekitatud plahwatawa gaasi koguse (volumeni) oleme teada saa-
nud, siis võime sellejärele ka läbiminewa woolu tugewuse am-
perides välja arwata, sest et 1 amperi tegewusel (harilikku õhu-
rõhumise ja temperatura juures) 1 minuti jooksul 10,440 ccm
(kubiktsentimeetrit) plahwatawat gaasi sünnib.

Zoon. 157 kujutab F. R o h l r a u s c h i plahwatawa gaasi
woltameetrit, mis ka weewoltameetri nime kannab. Jä-
medale klaastorule on seal kubiktsentimeetrite arwud peale tä-
hendatud. See toru on pealt umbne, kuna altpoolne lahtise
suuga peenendatud ots laia riista kaela sisse ulatab. Niihästi
klaastoru kui ka alumist riista täidab nõrk weewlihape. Toru



157. Plahwatawa gaasi woltameeter.

fees näeme weel kahte elektrodi, milledest üks hargi kujul teist ümbritseb. Woolu juurdejuhumise traadid ulatawad nende elektrodide juurde läbi gummist forkide. Woolu läbiminemisel tekitataw gaas tõuseb mullikestena läbi wedelikku üles poole ja tagandab wedelikku enese eest alla poole ära. Wedelikku ülemine pind näitab selle numbri peale, mis gaasi kogust tähendab, kuna toru sees olew soojamõetja ümbritsewa gaasi temperatūra ära määrab.

11. Clausius-Arrhenius'e elektrolüsi teoria.

Elektrolüsi tööasjad ja seadused on meile karwapealse peensusega tuttawad. Aga kuida mõime neid tööasju lihtsal wiisil ettekujutades ära seletada? Kust see näit. tuleb, et elektrolüsi juures wedelikku wabamenud sissuosad ainult elektrodidel ette astuwad? Kui elektrivool wedelikku peale lahtuwalt mõjub, siis piaks see igalpool wedelikku sündima, kust wõol läbi läheb, aga mitte ainult elektrodide juures. Kust piaks, edasi, see tulema, et äralahutatawad ionid alati nende keemialise wäärtusekaalu wahekorras seisawad? Clausius-Arrhenius'e sulatiste teoria katsub neid nähtusi kokkuwõtlikult järgmisel wiisil ära seletada. Selle teoria järele seisab iga kokkupandud molekul, näit. floornatrium (NaCl), kahest wastunimeliselt elektriseritud sissuosast, positiwilisest metallist ja negatiwilisest jäänusest koos. Need molekuli kangeste elektriseritud sissuosad on ngi ionid . Sissuosade elektriseritud sissuosad ei awalda siis kogu-molekul elektrilisku omadust, sest et wastunimelised elektrilaengud üksteist siuwad. Kui nüüd niisugune sool mõnes wedelikus, näit. wees ära sulab, siis ei pruugi arwata, et wees paljalt floornatriumi (keedufoola) molekulid üksi ujuwad. Iga tahes lahtuwad sulamise läbi molekulid üksteisest suuremal määral ära. Üksikud keedufoola molekulid jagunewad siis sulatise oma sissuosalisteks ionideks ära, sest et arwatawaste iga molekul wedelikku kiireste ja tuhinal edasi liigub, sellejuures teisi mole-

fulifi wastu kokku pörkab ja siis oma siuosadeks katki puruneb. Jonid purunewad ja ühinewad wahetpidamata, kuid suurem osa molekulifi ujub siisgi purustatud olekus wedelikus ümber. Seda wiisi wõime lahutatata wedeliku loomust, elektrolüüse nähtusi tähelpanemata, s.o. iseseiswalt, ette kujutada.

Kui me nüüd niisugusesse purustatud siuosadega wedelikusse elektrodide plaatid sisse pistame, milledest üks positiwliiselt, teine negatiwliiselt elektriseritud on, siis mõjuwad nende elektrodide plaatide laengud ionide laengute peale kas külgetõmbawalt ehk äralükkawalt. Negatiwline elektrod tõmbab positiwliiselt laaditud metalli-ionid enese külge, kuna positiwline elektrod wedeliku negatiwliisi jäänus-ionisi enese poole liikuma paneb. Wedelikus on siis wahetpidamata liikumine päewaforral: kõik kationid rändawad ühelepoole, kõik anionid teiselepoole. Niisuguse rändamise juures jääb igalpool wedelikus positiwliste ja negatiwliste ionide luguarw muutmata, ja nõnda jääb siis ka wedelik ise seestpidi nähtawaste muutmata.

Soopis teisiti on lugu wedeliku piiril elektrodi plaatide eneste juures. Seal ruttawad positiwliised metalli-ionid wahetpidamata negatiwliise elektrodi juurde, annawad sellele oma laengu ära ja jääwad siis elektrilise olekuta külge finni. Nõndasama kautawad ka anionid positiwliise elektrodi juures oma negatiwliise elektrilaengu ära ja hakkawad selle külge finni ehk tõusewad gaasi kujul üles õhku.

Selle teoria järele ei ole mitte elektriwool molekulide purustaja, waid nad on suuremal osal juba sulatamise läbi ära purustatud. Wool paneb ainult molekuli osasi wõi ionisi teatawal sibil liikuma.

Woolu elektrolüüdist (wedelikust) läbiminemine seisab siis alati elektrolüüdi tehaliste siuosade, s.o. ionide liikumisega ühenduses. Jonid ise on elektriga laetud, ja nende laengute liikumine ionide turjal sünnitabgi elektrolüüdist (wedelikust) läbiminewa woolu. Sellejuures tungiwad positiwliised ionid kathodi poole, negatiwliised ionid jälle anodi poole, ja läbiminew wool ei seisa mitte üksinda niisuguse kaksipidi liikumisega ühenduses, waid ta olenebgi ionide sarnasest kaksipidi liikumisest.

12. Grammiplik wäärtus.

Nagu me teame, lahkuwad ionid kõikidest wedelikudest oma keemialise wäärtuse kaalu kohalises hulgas wälja. Järgnewalt piawad nad siis ka selle wäärtuse kaalu wastawas hulgas woolu läbijuhumiseft osa wõtma. Sedasama wõime teiste sõ-

nadega ära tähendada: üksteis misjuga ioni keemialise väärtuse kaal piab niisama suure elektrihulga enese turjal edasi kandma, nagu iga teise ioni keemialise väärtuse kaal. Kui näit. 1 g vesiniku teatava hulga positiivset elektrit (teatava arvu coulombi) alati enesega ühes kannab, siis piavad niisama palju positiivsi coulombi 23,05 g natriumi, 39,15 g kaliumi, 31,78 g vase, 107,93 g hõbedat vedelikust välja lahtudes enesega ühes kandma, nõndasama piab ka 8 g hapniku ja 48 g SO₄ niisama palju negatiivsi coulombi anodi juurde edasi kandma, nagu 1 g vesiniku positiivsi coulombi katodi juurde edasi toimetab. Nõnda võime siis Faraday seadusest järeldada:

Eri-ionide keemialise väärtuse kaalud kannavad kõik ühesjuga arvu coulombi enesega ühes — positiivsi coulombi, kui nad kationid on, negatiivsi coulombi, kui nad anionid on.

Keemias nimetatakse olluse grammiliku väärtuseks seda grammi arvu, mis keemialise väärtuse kaaluga ühesuurune on. Nõnda on natriumi 1 grammiliku väärtus 23,0 g natriumi, hõbedat 1 grammiliku väärtus 107,93 g hõbedat jne.

Nüüd võime järele rehtendada, kui palju coulombi olluse iga ühiku grammiliku väärtusega ühenduses seisab. Sel otstarbel tuleme meelde: kui 1 amperi tugewusega wool 1 sekundil wälusel wooluringist läbi jookseb, siis käib sellest wooluringist just 1 coulombi wõrra elektrit mölemitpidi läbi.

1 coulomb jaksab teatawaste 1,1183 mg (= 0,0011183 g) hõbedat vedelikust välja lahutada. Hõbedat 1 grammiliku väärtus on 107,93 g suur. Järgnewalt kulub hõbedat 1 grammiliku väärtuse saamiseks $\frac{107,93}{0,0011183} = 96\,540$ coulombi ära. Niisama palju coulombi kannab iga teise ioni olluse 1 grammiliku väärtus enesega ühes.

Iga ioni iga grammiliku väärtus seisab 96 540 coulombi wõrd positiivse ehk negatiivse elektriga ühenduses.

Olluse iga grammiliku väärtuse äralahutamisel tekiwad mõlemad ionid (kationid ja anionid). Sellepärast piab iga elektrolüütilise lahutuse juures lahutatud olluse iga grammiliku väärtuse kohta 96 540 coulombi positiivset ja negatiivset elektrit vedelikust läbi minema.

15. Elektronid.

Elektrolüüsi nähtused, mis meile tõeasjade najal kindlal wiisil kujunewad, on seks hästi kohased, et omaworda arwatawate elektronide kui elektri kandjate tegewusel olemist tõen-

dada. Sellejärel oleks elektrolüüdi iga ion ühe elektroniga ühendatud. Me piame aga olluse atomi, ioni ja molekuli wahel kindlat wahet tegema. Näit. wesiiniku atom on omaette iseseisew keha; wesiiniku molekul on wesiiniku kahe atomi ühendus, kuna wesiiniku ion ühe wesiiniku atomi ja ühe elektri atomi wõi elektroni ühendus on. Meie wõiksimel üksikuid elektronisi nagu üksikuid keemialisi atomisi waadelda. Need elektri atomid wõiwad nüüd teiste ainete atomitega keemialiselt ühineda, ja siis tuleksgi seda ühendust ioniks pidada.

14. Elektrolüüs galwanielementides.

Seniste waatluste najal wõime nüüd järeldada: kui elektriwool lahutusewõimuliseft wedelikust läbi jookseb, siis tuleb alati elektrolüüs (wedeliku sifuosadeks jagunemine) päewakorrale. Sellepärast piab siis ka galwanielemendis eneses wedeliku elektrolüütline lahutamine sel korral tegewusel olema, kui elemendist oma enese wool läbi jookseb. Edepoolest ongi see nõnda. Kui näit. Danielli elemendist, mille wafnaba wafewitriolis, tsinknaba nõrgas weewlihappes seisab, wool läbi jookseb, siis lahunewad mõlemad wedelikud oma sifuosadeks ära. Wafewitriol CuSO_4 jaguneb wafeks Cu ja SO_4 , nõrk weewlihape SO_4H_2 jälle wesiinikuks H_2 ja SO_4 . Woolu sihti silmas pidades on elemendis wafnaba negatiwliseks elektrodiks, sest et wool elemendi seestpidi tšingi juureft wafe juurde woolab, wäljastpidi jälle teatawaste wafe juureft wälimise wooluringi kaudu tšingi juurde. Woolukäigu ajal wafewitriolist wäljalahutataw waf Cu ilmub siis elektrolüüsi saadusena puhta wafelhi kujul wafnabal (kathodil), kuna jäänus SO_4 tšingi poole minewal sibil edasi liigub. Selsamal ajal hakkab weewlihappest wäljalahutataw wesiinik H_2 wafnaba poole edasi tungima, juhtub aga sealt poolt tulewa (wafewitriolist wälja lahutatud) jäänusega SO_4 kokku ja ühineb sellega jällegi weewlihappes H_2SO_4 . Weewlihappest wälja eranew teine sifuoosa, jäänus SO_4 , läheb tšingi juurde ja ühineb sellega kohe weewlihapuks tšingiks (tšingiwitrioliks) SO_4Zn .

Praegukirjeldatud keemialiste muudatuste järeldusena sulab tšink woolukäigu ajal wahetpidamata weewlihappes, kuna selsamal ajal keemialise wäärtusekaalu kohane hull waske elemendi wafnabale wafewitriolist wälja lahuneb.

Kui tšink weewlihappes ära sulab, tekib alati teataw hull soojust. Niisamati kulub teataw hull soojust ka wafe wäljeraldamise peale selsamal ajal ära, olgugi, et wiimane soojuse-

hulk esimesest palju pisem on. Järgnewalt wabaneb elektriwoolu läbiminemisel ettetulewate keemialiste muudatuste juures ikka oma teataw hulk soojust. Kuid galwanielemendis ei wabane see soojusehulk mitte elemendi temperatura kõrgenemise kujul, waid ta muutub (tõige vähemalt osalt) elektritööjõuks ümber, nõnda et element elektriwoolu wälja jaksab saata. Sellepärast wõib otsekohe tõendada: kui element elektriwoolu sünnitab ja käimas hoiab, siis tekib see tööjõud, õigem, tööhulk, mida wool fisaldab, selle soojuse kulul, mis keemialiste muudatuste woolu teel wabaneb.

15. Polarisation.

Kaks ühesugust metallist plaati, mis üheaainsama wedeliku sees seisawad, ei awalda endamisi sugugi elektromotorlikku jõudu. Kui me aga kaks platinaplaati salpetrihapu hõbeda sulatissesse pistame ja nende plaatide kaudu elektriwoolu läbi wedeliku saadame, siis hakkab hõbe teatawaste sulatifest ühe plaadi külge hõbeforrana wälja lahkuma. Nõnda ei seisa siis enam wedelikus kaks puhast platinaplaati, waid üks neist on puhas, teine ümbritsewa hõbeforraga kaetud. Kuid kaks mitmesugust metalli, mis ühes wedelikus seisawad, on elektriliselt alati wastastikku tegewad. Järgnewalt piab *L a h u t u s e k ä r j e s* elektrolüüsi tõttu elektromotorlik jõud tekkima. Kui me pärast elektrolüserimist (ja pärast läbiminewa woolu katkemist) sarnase lahutuselärje elektrodid galwanomeetri kaudu ühendame, siis lööb selle nõel kõr wale, mis tõestab, et kärg elektrolüüsi läbi iselaadiliseks galwanielemendiks muutub.

Süit wõime suure tähtsusega põhjenduse järeldada:

Kui lahutuselärjest galwaniiwoolu läbi lastakse joosta, siis piab kärg selleläbi galwanielemendiks muutuma, s.o. temas piab elektromotorlik jõud tegewusele astuma.

Elektromotorlik jõud ei teki mitte üksi nüisugustel juhtumistel, kui elektrodid lahutuselärjes mõne metalli kestaga üle tõmbunewad, waid seda on isegi siis märgata, kui elektrodid peale wälimise woolu läbiminemist nähtawaste sugugi ei ole muutunud. Kui me näit. kaks platinatraati nõrga weewlihappe sisse pistame ja sarnasest lahutuselärjest woolu läbi saadame, siis tekib teatawaste ühele elektrodile weenik, teisele hapnik. Urwatawaste ei piaks need gaasid platinaelektrodisi sugugi muutma, ja sellepärast ei piaks elektrodid wastastikku elektromotorlikult mitte tegewad olema. Ometigi awaldawad nemad sel korral elektromotorlikku jõudu, s.o. nemad wõiwad wälimise wooluringi

kaudu teatava woolu jooksma panna. Niisugust nähtust nimetatakse polarisatsiooniks, kuna sarnaste elektrodide kohta üteldakse, et nad polariseritud on. Igafoord, kui lahutusfärjest woolu läbi minna lastakse, polariseritakse selleläbi elektrodid, ja kui me neid elektrodid wäljastpidi traadi abil ühendame, siis woolab selle traadi ja lahutusfärje kaudu teataw elektrivool. Seda woolu nimetatakse polarisatsioonivooluks.

Polarisatsioonivool jookseb alati alguswoolule wastupidisel sihil lahutusfärjest läbi. Alguswoolu nimetatakse ka polariserijaks wooluks. Näit. wee lahutuse juures jookseb polariserija wool tafistuskärjes ikka hapnikuelektrodi juurest wesiinikuelektrodi juurde, sest et esimene neist polariseriwa wooluallika positiwlise, wiimane jälle negatiwlise nabaga ühenduses seisab. Kuid polarisatsioonivool jookseb lahutusfärjest wastupidisel sihil, s.o. wesiinikuelektrodi juurest wedeliku kaudu minewal sihil hapnikuelektrodi juurde läbi.

Polarisatsioonivoolu elektromotorlik jõud oleneb sellest, misugused metallid ja misugused wedelikud lahutusfärjes leiduwad. Elektromotorlik jõud on näit. platinaelektrodidel nõrgas weewlihappes 2,7 wolti, tinaelektrodil nõrgas weewlihappes umbes 2 wolti.

16. Teisend-elemendid.

Kuna elektrolüüline lahutusfärg polariseriwa woolu läbi galwanielemendiks muutub, siis nimetatakse teda ka teisend-elemendiks. Polariseriw wõi esi-wool, mis färje teisendele-mendiks teeb, täidab seega färje, nagu tehnikalikult seda ära tähendatakse, kuna polarisatsioonivool weel tühjendamise-woolu nime kannab.

Oleme nüüd mõne teisendelemendi walmistanud, näit. platinaelektrodid nõrgas weewlihappes wesiinikuga ja hapnikuga täitnud ja mõlemad elektrodid wälimise traadi abil ühendanud, nii et polarisatsiooni- (tühjendamise-) wool jooksma wõib hakata, siis awaldad see wool, nagu iga teinegi wool, elemendis olewa nõrga weewlihappe peale oma elektrolüütilist mõju. Weewlihappest hakkab nüüd elemendis omakorda wesiin ja hapnik wälja eranema, kuigi see nüüd wastupidisel sihil sünnib: wesiin tekib hapnikuga täidetud elektrodil, hapnik jälle wesiinikuga täidetud elektrodil. Need gaasid ühinewad kummalgi elektrodil ja muutunewad uueste weeks. Järgnewalt wäheneb selle woolu läbi elektrodide polarisatsioon, ja sellepärast piab wool, mida teisend-element annab, wiimaks ära lõppema, niipea kui täitmisewoolu

läbi sünnitatud wesiiniku tagawara nüüd tühjendamisewoolu läbi weeks ühinedes otša on saanud.

Niisugusid teisendelementi wõib muidugi wäga mitmesuguste metallide ja wedelikkude abil sünnitada.

17. Akumulatorid.

Prantslasel Gaston Planté'l läks wiimaks õige paljude ja hoolikate katsete järele korda hästi otstarbekohast teisendelementi luua. Nimelt leidis tema, et siatina sellejauks iseäranis kohaseks materjaliks on. Planté kasutas tinaplaati nõrga weewlihappe sisse ja saatis neist esiwoolu (täitjawoolu) läbi. Peamuudatusi filmas pidades, jaguneb sellejuures weewlihappe H_2SO_4 wesiinikuks H_2 ja teiseks siisuoaks SO_4 , mis ifeseiswalt ei wõi olla. Sellepärast wõtab tina selle siisuoja käest jalamaid ühe hapniku atomi ära. Hapniku atomid tihnewadgi paari-kaupa ühe tina atomiga tinasuperoksidiks PbO_2 , kuna weeta weewlihappe SO_3 sulatises olewa weega filmapilkelt jällegi weewlihappeks SO_4H_2 muutub. Elektrolüüsi järeldusena hakkab sellel tinaelektrodil, mis esiwoolu (täitja woolu) batarei negatiivise nabaga ühenduses seisab, waba wesiinik wälja walguma, kuna positiivisele elektrodile tinasuperoksid tekib. Kui negatiivine elektrod oleksgi warem kas õhu käes seistes ehk teisel wiisil oksideerinud (roostetama läinud), siis kautab seda hapnikku tekiw wesiinik warsti ära ja muudab elektrodi puhtametalliliseks tinaks. On polarisatsioon oma täiuse piirini jõudnud, siis on ka kirjeldatud kokkuseadlus galwanielemendiks muutunud, mida esitawad:

tina | nõrk weewlihappe | tinasuperoksid.

Sarnase elemendi elektromotorlik jõud on 2 wolti suur. Kohe peale elemendi tekitamist katab negatiivlist tinaelektrodi weel wesiinik. Siis on elemendis tegewusel:

wesiinikuga täidetud tina | weewlihappe | tinasuperoksid.

Niisugusel korral on elemendi elektromotorlik jõud endisest suurem, ta ulatab nimelt $2\frac{1}{2}$ kuni $2\frac{1}{4}$ woldini.

Kui me nüüd niisuguse elemendi mõne wälimise wooluringi kaudu ühendame, siis hakkab muidugi polarisatsiooniwool jooksema ja weewlihapet lahutades tinasuperoksidi-plaadil wesiiniku, puhtal tinaplaadil jälle hapnikku sünnitama. Selleläbi wäheneb tinasuperoksid (PbO_2) tinaoksidiks (PbO), mis aga kohe weewlihappe mõjul tinasulfadiks ($PbSO_4 =$ weewlihapuks tinaks) muutub. Rõnda oksideerib ka puhast tinaplaati tinaoksidiks ja muutub jalamaid tinasulfadiks. Wool lõpeb otša, kui mõlemad plaadid tinasulfadiga ($PbSO_4$) kaetud on. Ülguses

fünnitatud tinasuperoksüidi (PbO_2) koguhulk oleneb täitjajoolu tugewusest ja wältusest, seega elektri koguhulgast, mida täitmise ajal esiwoolu abil teisendelemendist läbi saadetakse. Elektri koguhulk, mida teisendelement wälja jaksab saata, ei wõi täitjajoolu läbi sisseaadetud elektri koguhulgast mitte suurem olla. Harilikult on ta sellest ikka wähem, kõige parematel tingimistel wõib ta sellega ainult ühesuurune olla.

Ügatahes ei wõi hästi töötawat Planté elementi weel nii lihtsalt walmis saada, nagu praegu kirjeldatud. Sest ei ole weel küllalt, kui me kats tinaplaati lihtsalt nõrga weewlihappe sisse kastame, täitjajoolu läbi saadame ja siis polarisatsioonijoolu tarwitama hakkame. Niisugune wool oleks wäikeste wältusega ja kiireste langewa elektromotorliku jõuga. Ügatahes piame elemendi esiteks otstarbekohaselt ette walmistama, wälja töötama, wormima. Peaasjalikult piab selle eest hoolt kandma, et ühele tinaplaadile tekkiw hapnik seal täiel mõedul wõiks tinasuperoksüdiks muutuda. Weewlihappest wälja lahkudes tekib aga hapnik ainult tinaplaadi pinnale ja hakkab sellepärast kõige esiteks plaadi lähema pinnaaluse kibi peale oma mõju awaldama. Tarwidus nõuab nüüd, et hapnik wõimalikult sügawale tinaplaadi sisse tungiks ja seda siis ka seestpoolt läbi oksideriks. Sarnase ülesandega sai Planté sel teel toime, et ta elementi paljude päewade, isegi kuude jooksul waheldamisi täitis ja tühjendas. Selleläbi tungib hapnik päewpäewalt ikka sügawamale tinaplaadisse, ja iga uue täitmise juures muutub tina koguhulgast wähehaawal ikka suurem osa superoksüdiks. Sedawiisi haris Planté oma elementide paljude kuude jooksul. Alles siis jaksasiwad elemendid täielise tegewuse võimalusega töötada, alles siis omandasiwad nad kapatsiteedi (mahtuwuse), nii et nad oma raskuse kohase elektri hulga wõisiwad wälimise wooluga täitmisel wastu wõtta wõi ära mahutada.

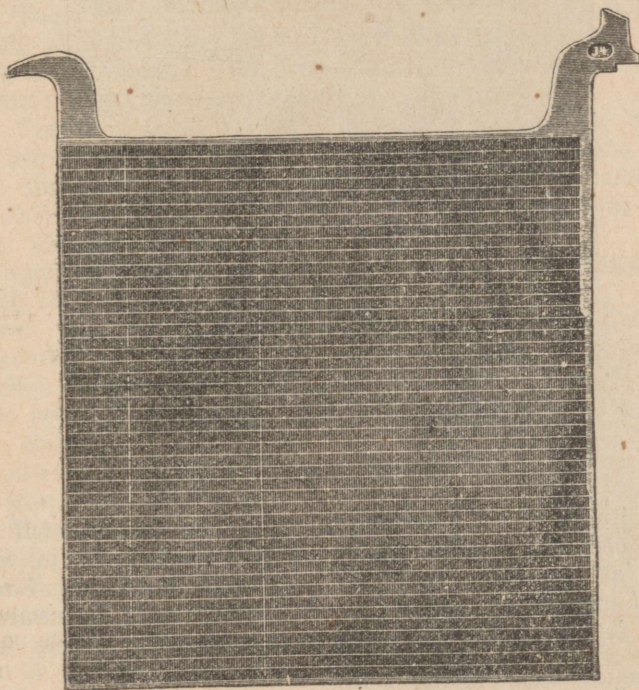
Sedawiisi wälja haritud Planté element astub juba ühefordse täitmise järele korrapäralisesse tegewusesse.

Oleme nüüd niisuguse Planté elemendi elektriga täis täitnud, siis wõime selle seest elektrodide kaudu igal ajal ka woolu wõtta, s. o. teatava wälimise wooluringi kaudu jooksma panna. Niisugune wool kannab teatavaste tühjendamisewoolu nime. Wiimane sisaldab ligilähedalt niisama palju elektriwõimu, nagu tema sünnitaw täitmisewoolgi. Niikaua kuni tinaelektrodid keemialiselt muudetud on, senini jaksab element woolu anda. Keemialik muudatus jääb aga siis kauemaks ajaks edast kestma, kui elemendiwool wälimise wooluringi kaudu ei wõi joosta. Seega on Planté elemendi abil wõimalik teatawat elektri hulka

piemat aega alles hoida. Keemialise muudatuse kujul elementide tagavarana kokkukogutud elektrit võib siis sealt mõne aja pärast jällegi välja võtta. Teisendelemendid võivad siis teatavale elektriühikule tagavara-aidaks olla, ja sellepärast kannavad niisugused elemendid akumulatorite (kogujate) nime.

18. Saure akumulatorid.

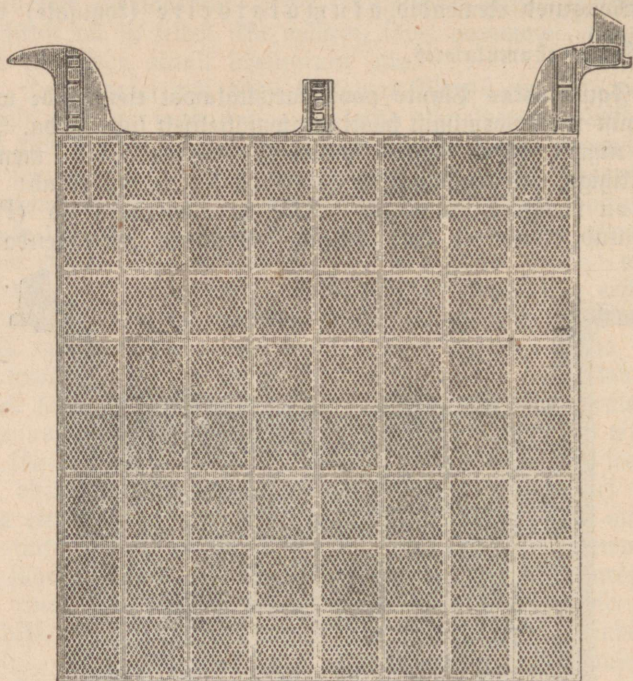
Saure oskas Planté poolt tarvitatawat elementide välja-töötamist või wormimist hästi terawmõtteliselt lühendada. Tema kattis nimelt juba algusel mõlemad tinaelektrodid mennigipulbririkuga, mis endamisi tinaühendust hapnikuga esitab: harilikult on mennigis tinaoksiid (PbO) ja tinasuperoksiid (PbO_2) ühendatud, nõnda et teda Bb_3O_4 märkidega ära tähendatakse.



158. Akumulatorite positiivne tinaplaat.

Seda pulbrit segatakse paksu pudruna kokku ja määratakse siis plaatide peale, milledesse otstarbekohased kõrgustikud ja sooned sisse on pressitud.

Kui nüüd elementi täidetakse, siis muutub positiivisel elektrodil olev mennigipulber hapniku wastuwõtmise tõttu täielikult tinaperoksüdiks ($Pb_3O_4 + 2O$ muutub $3 PbO_2$), kuna negatiivise elektrodi mennigipulbrist wesiiniku mõjul puhast tina



159. Akumulatorite negatiivline tinaplaat.

saab. Kuna mennig pulbrifujuline on, siis wõiwad tekkivad gaasid hõlpsaste ka selle sisemistesse osadesse tungida, ja sellepärast jaksab täitjawool tarwilisi keemialisi muudatusi kiireste ja täiel mõedul ära toimetada. Nõndawiisi wõib siis elementisi lihtsalt ja õige lühikese ajaga täitsa tegewusewõimulisteks teha.

19. Hageni akumulatorid.

Saksamaal leiawad laialist tarwitamist Hageni akumulatorid, sest et nad hästi töötawad ja kawa wastu piawad. Nende elementide tinaplaadid on Planté wiisi järele wälja töötatud. Joon. 158 kujutab nimetatud akumulatorite positiivlist tinaplaati. Sellel on kummalegi poole hästi kõrged

küljeluud paigutatud, mis pikuti ja põigiti joones käivad, nagu seda walged jooned ära tähendawad. Nende kõrgete küljeluude abil võib hape hästi laialist plaadi pinda uhtuda. Sellepärast võib sarnasid elektrodise Planté wiisi järele hõlpsaste välja harida.

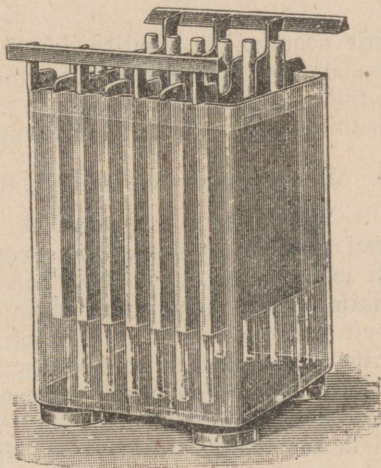
Negatiwlised plaadid, mida joon. 159 kujutab, on laia-wahelise wõre sarnased. Wõrede wahesi täidab tina. Wiimane muutub woolu mõjul kohedaks tinawammiks, mis kordkorralt kokku tõmbab. Et seda ei sünniks, siis segatakse tinale teatawaid aineid sisse, mis kokkutõmbamist takistab ja isegi weel paisumist sünnitab. Tinasegu wäljalangemise eest ärahoidmiseks ümbritsetakse negatiwlist plaati kastikujuliselt tinaplekiga, millel augud sees on. Sellepärast kannawad niisugused elektrodid **f a s t p l a a t i d e n i m e .**

Nagu joon. 158 ja 159 filma paistab, walatakse mõlemad plaadid niisugusel kujul, et neil paremal ja pahemal pool nibud küljes on. Nende nibude abil riputatakse plaatise wedelikkusisaldawa riista ääre najale üles.

Teataw arw wäljahiritud positiwlisi ja niisama teataw arw negatiwlisi plaatise asetatakse puust või klaasist riista sisse, mida nõrk weewlihape täidab. Kõik negatiwlised plaadid on ühe ühise liistu külge, kõik positiwlised plaadid teise ühise liistu külge joodetud. Sellejuures on negatiwlisi plaatise arwu-poolest ifka ühe plaadi wõrra rohkem wõetud, nõnda et iga positiwline plaat kahe negatiwlise plaadi wahele ripuma tuleb.

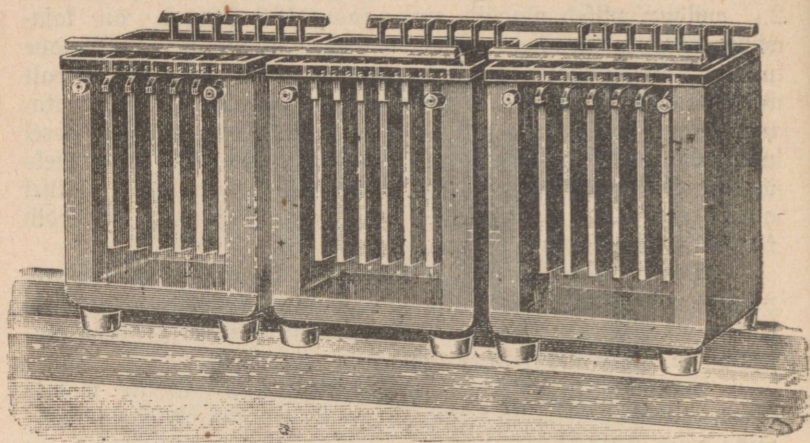
Sedawiisi korraldatud **a k u m u l a t o r i k ä r g e** kujutab joon. 160. Kõik plaadid (sün 3 positiwlist ja 4 negatiwlist) ripuwad oma nibude abil klaasriista ääre najal üleweel. Iga kahe naabruses olewa plaadi wahele on klaastoru sel otstarbel pistetud, et plaadid üksteise külge ei puudutaks ja hästi eraldatud oleksiwad.

Mitu niisugust akumulatorikärge sünnitawad akumulatorite batarei. Wiimast kujutab joon. 161. Üksikuid kärgesi võib muidugi järjes-



160. Akumulatorikärg.

tiffku ehk kõrwustiffku olekus üksteisega ühendada. Joonistusel 161 on kolm färge järjestiffku ühenduses kujutatud. Seal on igal färjel kuus positiwlist ja seitse negatiwlist plaati. Ühe



161. Akumulatorite batarei.

färje negatiwliste plaatide ühendaja tinaliist ulatab seal ikka kõrwalolewa färje positiwliste plaatide üle, millede nibudega ta kokku on joodetud, nagu seda joonistusest wõime näha. Palju-plaadilised akumulatorid paigutatakse harilikult puust riistadesse.

20. Akumulatorite täitmine ja tühjendamine.

Tahetakse, et akumulatorid pikaajalised oleksid ja ühtlasi hästi töötaksiwad, siis ei wõi neid ükskõik kui tugewal ehk nõrgal woolul täita wõi tühjendada. Nende täitmise juures tekitatakse gaaside (hapniku ja wesiiniku) wastuwõtmise läbi ühelt poolt tina-superoksiid, teiselt poolt puhast tina. Kuna akumulatorite elektrodid teatawa pinnasuurusega on, siis wõiwad nad teatawa aja jooksul ainult teatawa hulga gaasi oma ümbermuutmiste peale ära tarwitada. Kui gaasi rohkem sünnitatakse kui tarwis läheb, siis tõuseb ta lihtsalt kasutoomata üles õhku. Järgnewalt ei pia täitmisewoolud mitte liiga tugewad olema. Plaatide snuruse kohaselt wõib akumulatori woolul täita, mille tugewus ette äratähendatud ülilmäärast kõrgemale ei tohi tõusta. Kui suur woolutugewuse ülilmäär on, seda annab akumulatoriwabrik ostjale aegjaste teada.

Kui akumulatorit ettefirjutatud woolutugewusega täidetakse, siis omandab ta paar minutit peale täitmisealgust $2,09$ -woldilise põnewuse. See põnewus jääb umbes 6-tunnilise täitmise wältusel muutmata, kuna järgneva 4 tunni jooksul aegamööda $2,94$ woldini tõuseb. (See muudatus tuleb happe kokkuseade wähehaawalisest teiseksminemisest.) On woolupõnewas nimetatud kõrguseni tõusnud, siis tuleb täitmine lõpetada, sest et edasi wältaw täitmine ainult asjata gaasifi sünnitaks. Kui nüüd akumulatori tühjendama hakatakse, s.o. tema enese wooluringi lastakse joosta, siis on tühjendamisewoolu alguspõnewus $1,95$ wolti suur. Et woolupõnewus nüüd hulga wähem on kui täitmise ajal, tuleb sellest, et elektrodifi täitmise ajal gaaside (wesiniku ehk hapniku) kihid katawad, ja seega suurema põnewusega täitmisewoolu tarwiliseks teewad. Tühjendamise algul kaowad need gaaside kihid wastamisi tegewusel (neutraliserimisel) ära ja wähehaawalise põnewusega tühjendamisewool astub päewakorrale. Kohase tühjendamisewoolu wäljasaatmisel hakkab selle põnewus 6 kuni 7 tunni jooksul wähehaawal $1,95$ woldi kõrgusest $1,75$ woldini alanema. On ta selle wäärtuseni jõudnud, siis tuleb tühjendamisele lõpp teha ja akumulatori uueste täita.

Akumulatorid lööwad siis kõige kestwamalt vastu, kui neid ettefirjutatud woolutugewusel täidetakse ja tühjendatakse. Suurt wiga see neile ka ei tee, kui neid lühikese aja jooksul suuremal woolutugewusel tühjendatakse. Ainult õiget piiri tuleb sellejuures pidada. Lühike ühendus, s.o. õige suurel woolutugewusel akumulatorite tühjendamine rikub igatahes plaadid ära.

21. Mahtumus (kapatsiteet).

Kõige suuremat täitmist, mida teiselement ära wõib kanda, nimetatakse selle kapatsiteediks (mahtumuseks). See oleneb superoksüidiks muutuva tinakogust, seega elemendi kokkuseadest ja raskusest, iseäranis veel positiwlise plaadi pinna-suurusest, millele tinasuperoksüid tekib.

Akumulatori mahtuwust määratakse harilikult ampertundidega ära. Element, mille mahtumus näit. 600 ampertundi suur on, wõib 10 amperi tugewusega woolu 60 tunni jooksul ehk 20-ampertilist woolu 30 tunni jooksul jne anda. Harilikult on akumulatorid nüüd 1—10-tunnilise tühjendamise wältuse tarwis walmistatud. Kõige pisem akumulator annab 4,5-ampertilisel tühjendamise woolutugewusel 7,5 tunni wältusel woolu. Seega on ta mahtumus $4,5 \times 7,4 = 33,75$ ampertundi suur. Kõrgemal tühjendamise woolu tugewusel wäheneb aga

mahtuwus. Nõnda võib näit. seesama akumulator 9-amperilisel tugewusel tühjenedes kõigest kolme tunni jooksul woolu anda. Seega on ta mahtuwus 27 ampertunni peale alanenud.

22. Kasulik töödumus.

Nüüd on meil tähtis teada, kui palju täitmise ajal tallepandud elektritööjõust jaksab akumulator tühendamise ajal kasulikult tarwitatawa jõuna jällegi tagasi anda. Täitmise ja tühendamise juures tegewusel olewate jõudude wahkorda nimetatakse akumulatori kasulikuks töödumuseks. Akumulator töötab seda suurema kasuliku töödumusega, mida paremine ta elektrodid välja on töötatud.

Tallelepandud tööjõu ülesarwamiseks tuleb täitmise ajal akumulatori nabadepõnewus ja täitwa woolu tugewus ära määrata. Nende suuruste kaswatis näitab siis, kui palju akumulator igal sekundil elektritööjõudu wattides wastu wõtab. Saadud arwu terve täitmise ajaga kaswatades leiame üles, kui palju tööjõudu üleüldse on tallele pandud. Seda tähendatakse harilikult watt-tundidega ära, millede määramiseks töödumust wattides täitmise aja tundide peale kaswatatakse.

Niisama arwatakse akumulatori tühendamise ajal wäljantawa tööjõu hulk üles, kui akumulatori põnewust tühendamise ajal, tühendamise woolutugewust ja tühendamise aega läbi kaswatatakse. Ka seda tööjõudu arwatakse watttundides. Tühendamise ja täitmise watttundide arwu wahkorda tulebgi akumulatori kasulikuks töödumuseks pidada.

Mitmefuguste ja mitmepoolsete püüdmiste waral, mida akumulatorite paremaks tegemiseks, nende kasuliku töödumuse ja ia kõrgendamiseks ette wõeti, on wiimaks nii kaugele jõudud, et nüüd kerge waewaga 70 kuni 75% täitmise peale tarwitatud tööjõust akumulatori tühendamise wooluna jällegi tagasi saadakse.

Suwitaw on akumulatorisse tallelepandud tööjõudu, mida watt-tundidega ära tähendatakse, akumulatori raskusega wõrrelda. Watt-tundide arwu saame seega kätte, kui mahtuwuse amper-tundides 2 peale kaswatame, sest et igal akumulatoril keskmiselt kahewoldiline põnewus on. Sellejärele oleks üleweltähendatud akumulatoril $7_{,5}$ -tunnilisel ja $4_{,5}$ -amperilisel tühendamisel umbes 67-watttunniline tööjõud. Kuna ta happega kokku $12_{,5}$ kg kaalub, siis võib ta iga kg raskuse kohta $5\frac{1}{2}$ watt-tundi elektritööjõudu tallele panna. See on õige pisuke arw, aga ta on paigalseiswate akumulatorite kohta maksew. Ühest paigast teise

tantawate akumulatorite raskust on osatud nii suurel määdul wähendada, et nad iga kg raskuse kohta juba 30 watt-tundi tööjõudu ära jaksawad mahutada.

23. Akumulatorid ja galwanielemendid.

Bõhjussmõttelikult waadates ei ole akumulatorid muud midagi kui iselaadi galwanielemendid, kuid neid võib hulga hõlpsamine ja ühtlasi suuremal määdul kui galwanielementi tugevate woolude sünitamiseks tarwitada. Kuna galwanibatareides nii hästi plaatisi kui ka wedelikkusi sagedaste tuleb wahetada, sest et mõlemad woolukäigu ajal ühtelugu muutuwad, ei ole akumulatorites seda sugugi waja teha. Kuigi akumulatorites plaadid ja hape woolu wäljasaatmise korral muutuwad, kuid nad omandawad järgnewa uue täitmise ajal endise oleku jällegi tagasi. Sellepärast võib akumulatori teatawal määdul ümber pöörata wateks galwanielementideks pidada. Akumulatorid ei tarwitse metallide ega wedelikkude waheldamist, wahetpidamata järelwalwamist ega teisi tülikaid, keerulisi talitusi. Neid tuleb ainult paraja tugewusega woolul täita ja wälja pritsinud ehk auranud hapet riista sees aegajalt uuendada.

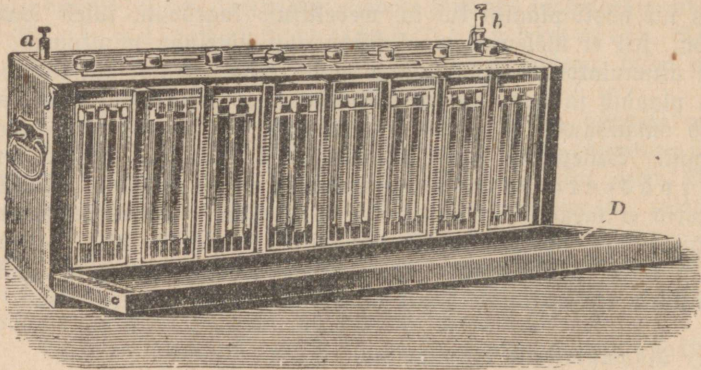
24. Akumulatorite tarwimine.

Akumulatori võib kasuga kõikjude elektriwalgustuse fiseseadluste juures eramajades, hotellides, restoranides jne tarwitada. Kui me sealjuures peale dünamomasina veel akumulatorite batarei uues seadime, siis võib dünamomasin päewajooksul akumulatori täita, kuna õhtu ja öösi kas mõlemad ehk batarei üksinda walgustuse jaoks tarwilist woolu annab. Puuduksiwad akumulatorid, siis piaks dünamomasin ja aurumasin öödläbi töötama, isegi siis, kui üksainus lamp põleks, ja see oleks kõigiti tülikas ja kulukas tegewus, kuna aga täidetud akumulatorid igal ajal ilma tülita ja erikuluta tarbekohasel määdul woolu annawad.

Juba üksikute elektri fiseseadluste juures on akumulatorid wäga tarwilikud, elektrifiskaamades etendawad nad aga ülitähtsat osa. Teatawaste piawad keskjaamad nii suured olema, et nad igal päewal jaksaksiwad woolu ülitarwitamist (juhtumisi kõige suuremat woolu tarwitamist) rahuldada. Kuid iga päew tarwitatakse kõige rohkemal määdul woolu ainult lühikese aja wältusel — ämarafskminemiseft kuni kella 10 õhtuni. Ainult sel lühikesel ajal tuleks masinatel terve ja täie jõuga töötada. Akumulatorite batareid abiks wõttes võib hulga wäiksemate ma-

sinatega toime tulla. Masinad täidaksivad sel ajal, kui woolu-
tarwitamine väike on, akumulatori, kuna täidetud akumulato-
rid woolu ülitarwitamise tundidel masinaid oma poolt tuetaksi-
wad, s. o. ühe osa linna saadetawast woolust oma poolt annak-
sivad. Sellepärast leiawadgi akumulatorid nimelt keskjaamades
kõige suuremat pruukimist.

Wähemamõdulise elektritarwitamise jaoks, näit. jüfikaliste
ettekannete juures õpeasutustes, wõiwad akumulatorid kasulifelt
galwanielementide aset täita. Joon. 162 kujutab selleotstarbe-



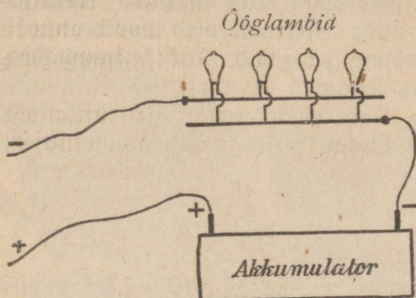
162. Rannetaw akumulator.

list edasikannetawat akumulatorite batareid, mille põnewus 16
wolti suur on. Ta seisab kahesast suuremast järjest koos. Need
on puust kasti sisse paigutatud. Kasti eespoolset seina D wõib
soowi järele üles tõsta ehk maha lasta. Batareinabad leiduwad
näpiste a ja b juures.

25. Kuda väikest akumulatori läidetakse.

Praegukujutatud akumulatori tuleb muidugi aegajalt täita,
kui soowitakse, et ta ühtelugu woolu annaks. Seks kulub 3—4
amperi tugewusega wool ära. Täitmist on muidugi kõige kasu-
likum linna keskjaama wooluga toimetada, kui aga alaline wool
sealt saadawal on. Linna keskjaama woolu põnewus ulatab
harilikult 110 woldini. Nii suure põnewusega woolu ei wõi
aga akumulatorite täitmiseks mitte otsekohe tarwitada, sest et
nende väikese takistuse pärast läbimine wool liiga tugewaks
paisuks. Sellepärast tuleb wooluteele üks ehk mitu kõrwestikku
ühendatud õõglampi sisse jatkata, nagu seda joon. 163 kawali-

kult kujutab. Sellejuures ühendatakse wooluallika +naba akumulatori +nabaga, kuna akumulatori —naba juurest juht

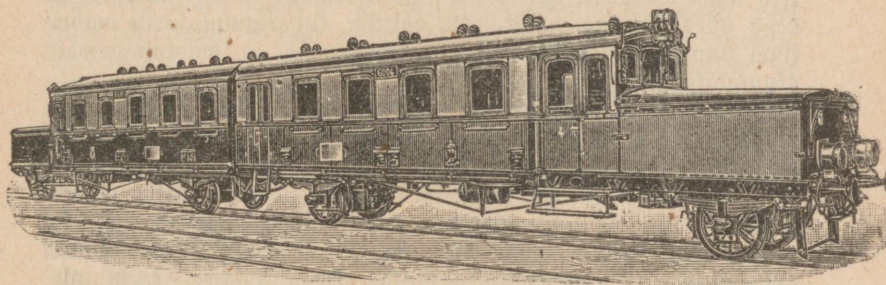


163. Väiteise akumulatori täitmise kava.

akumulatori ja wooluallika õõge ühendamise korral piawad õõglambid nimelt tumedamalt kui harilikult põlema, sest et wooluallika ja akumulatori woolud teineteist nõrgendades wastamisi töötawad. Sellewastu hakkawad õõglambid weel heledamalt põlema, kui akumulator ja wooluallik waleste ühenduses seisawad, sest et siis mõlemate woolud, õõgem, woolude põnewused kokku arwanewad ja seega lampidest tugewama woolu läbi saadawad kui see harilikult juhtub.

26. Akumulator-kaksikwagunid.

Akumulatorite täienewa ehituse edenemisel hakkas neile wähehaawal ka niisugune töowäli awanema, kus nad alguses



164. Akumulator-kaksikwagun.

wähefe wäärtusega näitawad olewat: akumulatorisi wõetakse praegu raudteewagunite ja automobilide edasilüigutawa jõuallikana tarwitusele.

Mitmesuguste esialgsete katsete järel pandi mõnedel Preisi raudteedel aurumasinatega rongide asemel akumulator-kassikwagunid käima, nagu neid joon. 164 kujutab. Neid esitawad kaks reisijatewagunit, mida elektromotorid ühesweetawate akumulatorite woolu abil jooksema panewad. Kassikwaguni kummasgi madala ehitusega otsas seisawad 12 kasti sees akumulatorid, igas kastis 14 kärke. Kaks elektromotori panewad kessimisi telgesi weerema ja seega ühtlasi terve kassikwaguni soowitawal kiirusel liikuma.

27. Elektromobilid.

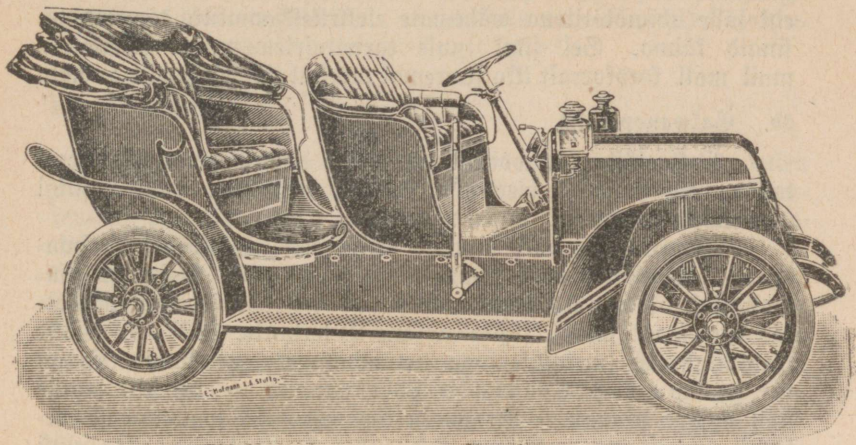
Wen- ja sõiduasjanduses on wiimastel aastatel sellepoolest suuri edusammusi tehtud, et hobuste asemel masinaid tööle hakati panema — sõiduwankrid, omnibused, wewuwankrid jne seatakse kordkorralt ifka rohkemal arwul automobilidena sisse.

Suurem osa automobilisi käib bensinimotorite abil. Need ei ole aga ilma wigade ega puudusteta: nad ei ole mitte päris plahwatuse-hädaohuta, nende kiireste edasitagasi käiwad osad teewad suurt kära, mis sõitjatele enestele tülikas kuulata on, kuna wäljapuhkuwad, haisewad, mustad aarud iseäranis möödaminejatele wastikult ninasse tungiwad. Elektriautomobilid, mida nüüd elektromobilideks kutsutakse, on kõikidest nimetatud puudustest wabad; nendejuures ei wõi rahurikkumisest, haisu ja mustuse tegemisest ega hädaohust juttugi olla.

Kui automobil elektrijõuga piab käima, siis on waja peale motori, mis endamisi kuigi raske ei ole, weel akumulatori batareid ühes wedada. Elektromobilid wõisiwad teiste automobiledga alles siis kaaswõistlusesse astuda, kui akumulatorite wabrikutel õnneks läks nende jauks hästi kergeid ja wastupanewaid akumulatorisi walmistada.

Joon. 165 kujutab üht elektromobili. Selle akumulatori-batarei, millel 44 kärke, seega 88 wolti põnewust on, seisab sõiduriista esimeste rataste kohal olewas kastikujulises ruumis, kuna elektromotor, mis tagumisi rattaid liikuma paneb, wankri kessikoha alla on paigutatud. Elektromobil kulutab iga km wõrra edasi liikudes 125—130 watt-tundi ära. Kuna batarei mahtuwus 145 ampertunnini ulatab, seega batarei kogu tööjõud $88 \times 145 = 12760$ watt-tundi suur on, siis wõib elektromobil üheainsama täitmisega umbes 100 km ära sõita. 20—25 km kiirusel tunnis edasi liikudes wõib siis elektromobil 4—5 tunni jooksul wahetpidamata teel olla. Sõiduriista juhtija istme ees leidub esiteks jalaga liikataw finnipidamisepress, siis

juhtimisetüür, viimaks regulator, mida sõitmahakkamiseks, kiirusemuutmiseks ja äkiliseks finnupidamiseks tarvitatakse. Regulator ei ole muud midagi kui otstarbekohaselt korraldatud elektri-



165. Elektromobil.

tafistused. Ta kannab ka siin kontrolleri nime ja on niisamati sisse seatud nagu tramwaigi kontrolleri.

Elektromobilide tarvitamine on muidugi ainult niisugustes kohtades võimalik, kus elektrifkjaamad käepärast on, sest muidu ei saa tühjajooksunud batareid uueste täis täita. Pilemate teekondade jaoks ei võdi elektriautomobilisi sellepärast veel mitte tarvitada, et nad vähe elektritööjõudu jaksavad enesega iihes võtta. Kuid see puudus oleneb peaasjalikult sellest, et elektrifkjaamad harva ette tulevad. Oleks igas külas, nagu näit. Schweitsis, elektriwool, ja nimelt alaline wool saadawal, siis võiks muidugi ka elektromobilides pikemaid teekondasi ette võtta, mis arwatawaste üksford veel teuks tehtakse.

28. Tuul elektrit valmistamas.

Mõnel pool on viimasel ajal katseid tehtud, kuda ka niisugusid loodusejõudusi akumulatorite abil kasulikult tööle panna, mis muidu korratumalt oma tegewust awaldawad. Tuulewesfide ehk tuulerataste abil võib ju diinamomafinaid ümber ajada ja nende poolt sünnitatud wooluga akumulatorisi täita. Viimastesse kogutud tööjõudu võib siis muidugi igal ajal soowi

järele tarwitusele wõtta. Rootsi-, Norra-, Daani- ja ka Saksa- maal, iseäranis mere naabruses, kus tuuline ilm pea aasta läbi festab, on õige palju tuuleweski tegewusel. Mendel maadel, iseäranis Daanimaal, panewad tuulerattad kas täieste iseseiswalt ehk jälle abimotoritena wähemate elektrifeskjaamade diinamomafinaid käima. Sel sihil tuule tarwituselewõtmine hakkab ka muil mail kordkorralt ifka suuremal mõedul järeletegemist leidma.

29. Galwanoplastik.

Elektroliisi abil wõime teatawaste elektrit akumulatoritesse tagawaraks koguda, elektroliisi wõime tehniliselt weel teisitigi tarwitusele wõtta.

Nagu me teame, lahutab elektriwool metallisoolade sulatistest läbimannes need sulatiseid sifusofadeks ära, kusjuures sifusofad elektrodidele ilmuvad. Niisugust elektriwoolu omadust hakkas esimesena Jacobi, füsikateadlane Peterburis, 1837. a. asjade metallitamiseks (metallifestaga ületõmbamiseks) tarwitama. Seega oli galwanoplastikale põhi pandud — kunstile, mille abil asjade pinnale elektriwoolu kaastegewusel soowitawast metallist soowitawa paksusega kest peale tõmmatakse. Ifka uusi ulesandeid hakkas galwanoplastik ajajooksul oma tegewusewalda tõmbama, kuni ta meiepäiwl päris tähtsaks tööstifuharuks wälja harenes.

Iga metallisoola sulatis, näit. wasewitrioli-sulatis, jaguneb elektriwoolu lädiminemisel sedawiisi sifusofadeks ära, et ifka metall negatiwlisele elektrodile ilmub, kuna hapet sifaldaw osa positiwlisele elektrodile wälja walgub. On positiwline elektrod sellest samast metallist, mida soolasulatisgi sifaldab, siis sulab positiwlisest elektrodist wedelikusse just niisama palju (kaalu ehk keemialise wäärtuse järele) metalli ära, kui palju sulatiseft enesest negatiwlisele elektrodile metalli wälja eraneb. Wedeliku kofkuseade jääb siis selle järele täieste muutmata, kuna negatiwlisele elektrodile sulatiseft aina metalli wälja eraneb, positiwlisest elektrodist jälle niisama palju metalli wedelikusse ära sulab.

30. Metallitamise-supelused.

Iga metallist asja wõime siis selleläbi hõlpsaste metallitadada, et ta teatawa metallisoola sulatise sisse negatiwlise elektrodina kastame. Tarwitatawa metallisoola järele wõime asja kas wasetada, nifeldada, kullata, tinutada, platinerida ehk terastada. Asja wälimine kuu ei ole sellejuures sugugi tähtis. Siin tuleb siisgi tähendada, et mitte iga metallisool ühesuguse hea

järeldusega galwanoplastilist metallitamiist ei toimetata. Wiluwuse waral tuldi otsusele, et ainult kindlad soolad, iseäranis kindla kokkuseadega (kõwaduse poolest) sulatised teatawat metallitamiist kasulikumalt sünnitawad, kui teised soolad ehk teise kokkuseadega sulatised. Galwanoplastikas nimetatakse wedelikku, mida elektrolyseritakse, metallitamiise-supeluseks.

31. Woolutihedus.

Iga galwanoplastilise saamise (protsessi) juures tuleb woolutugewus alati kathodi pinna suuruse järele walida. Suuremate pindade jaoks võib wõrdlemisi suuremaid woolutugewusi tarwitada kui vähemate jaoks. Nagu me juba teame, lahutawad teatava suurusega woolud teatava hulga metalli kateodile ära. Liiga tugewa woolu mõjul hakkawad metallioksidatsioonid kateodile nõrgalt külge ja sünnitawad sinna konarlike, kergeste lahtimurduwa, karedapinnalise kasta. Sellest järgneb, et woolutugewus ja kathodi pinna suurus teatawas wahekorras piab seisma. Seda wahetorda nimetatakse woolutiheduseks. Ilusa metallituse saamiseks tuleb paras woolutugewus katsete waral kindlaks teha.

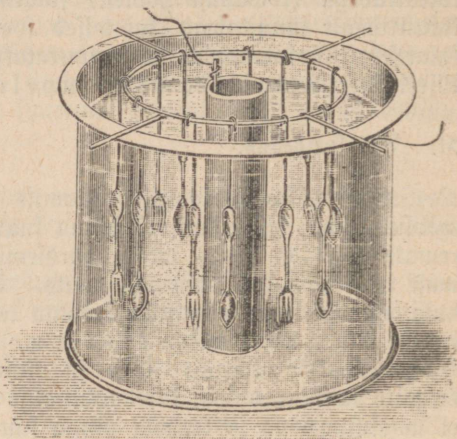
32. Kuda metallitatakse?

Kui tahetakse mõnda juhtiwat (metallilist) keha galwanoplastilise kestaga sedawiisi katta, et kest keha külge kõwaste kinni jääb, siis tuleb kaetawa keha pinda kõigepealt mustustest puhastada wõi dekaperida. Seda võib kas hapete sisse kastes keemialisel teel ehk harjadega nühtides mehanilisel teel korda saata.

Selle järele pannakse kõik metallitatawad asjad, näit. luhtid, nuad, kahwliid jne supelusesse, näit. hõbesupelusesse, kus juures kõik asjad üksteisega ja kateodiga korruustikku ühenduses seisawad. Anodina pistetakse sellesamasse supelusesse hõbeplaat. Zoon. 166 kujutab üht sarnast supelust. Seal on tsilindrikujuline hõbeanod keskpaika seatud, kuna kõik hõbedatawad asjad ümberringi rõnga otsas ripuwad. Rõngas seisab wooluallika negatiwlise nabaga, hõbettsilinder (anod) jälle positiwlise nabaga ühenduses.

a. Hõbetamine. Supeluseks on cyanhõbetaliumisulatis. Selle kokkuseade: 10 liitrit wett, 120 g (grammi) puhast cyankaliumi, 460 g kaliumhõbecyanidi. Hõbetamise parajaks woolutiheduseks tuleb iga ruutdetsimeetri kohta 0,5 amperi pidada.

b. **Wafetamine.** Supelus: weewlihapu wase (wafewitrioli) täidetud sulatis. Raud- ehk tsinkasjade wafetamise juures tarwitatakse supelusena cyanwafekaliumi = sulatist. Selle kokkuseade: 10 l (liitrit) wett, 170 g soodat, 250 g kassikweewlihapu-natroni, 200 g äädikahaput wase ja 200 g cyankaliumi. Woolutihedus iga ruutdetsimeetri kohta: 0,4 amperi cyanwafekaliumi supeluse juures, 3 amperi ümber wafewitrioli supeluse juures.



166. Metallitamise-supelus.

c. **Ruldamine.** Rõige kasulikumaks supeluseks peetakse cyanfalkaliumi-sulatist. Selle kokkuseade: 10 l wett, 10 g cyankaliumi, 500 g wosworihaput natroni, 15 g kassikweewlihaput natroni ja 15 g floorkulda. Supelust tarwitatakse 50° temperatural. Woolutihedus: 0,2 amperi iga ruutdetsimeetri kohta.

d. **Nikeldamine.** Supelus sisaldab iga liitri kohta 70 g weewlihaput nikeloksüdulammoniaati, 25 g ammoniumsulfati ja 5 g tsitronihapet. Woolutihedus: 0,5—0,7 amperi ruutdetsimeetri kohta. Iseäranis raudasjade nikeldamine on väga tähtis, sest et ta roostetamise võimataks teeb. Väga sagedaste nikeldataks nüüd ka messingasju. Rauakestwa nikelduse saamiseks tuleb nikeldatawaid pindasi enne täieste puhtaks teha. Nikeldamise juures piab juba suurema põnewusega woolu tarwitama kui teiste supeluste juures, sest et siin suur polarisatsiooniwool tekib; woolupõnewus piab nimelt 4 wolti suur olema.

e. **Terastamine.** Supelus sisaldab liitri wee kohta 150 g rauawitrioli ja 125 g magnesiumisulfati. Sellesse wedelikusse riputatakse magnesia-alba-pulbriga täidetud kotite. Woolutihedus: ainult 0,1 amperi iga ruutdetsimeetri kohta. Triikimiseplaatide terastamiseks tarwitatakse supelust, mis happewabast rauaflooriir-sulatistest walmistatakse.

f. **Üleüldised näpunäited.** Ragu tähendatud, piab metallitataw pind täieste puhast olema. Rõige vähemate raswa-

jälgede mõjul hakkab saadaw galwanoplastiline fest sedawõrd nõrgaste külge, et teda hõlpaste wõib asja pinnalt ära lahutada. Seda tuleb iseäranis terawaste nikeldamise juures tähele panna: hästi külgehaakaw nikeldus on ainult siis wõimalik, kui nikeldataw pind täitja puhast, s.o. raswaollustest täieste waba on. Asjad, mida metallitatakse, piawad kindlaste woolujuhtiwad olema, fest et nad negatiwlise elektrodina wedelikusse piawad seisma. Sellepärast on siis muidugi kõige lihtsam metallisi galwanolise festaga katta. Siiski wõib ka niisuguseid asju metallitada, mis woolu sugugi läbi ei lasa. Nende pealmist pinda on waja ainult juhtiwaks teha wõi metalliliseks muuta. Selle jaoks tuleb kätitatawa asja pinda lihtsalt peenikesse grafiidipulbriga sisse õeruda. Nõnda wõib gipsist medaljonide ehk kujud, niisama puust, alabastrist ehk marmorist kujud pealmist pinda grafiidipulbriga üle riputada juhtiwaks muuta. Pias saadawat galwanoplastilist festa asja pealt ära tahetama wõtta, siis tuleb harja, millega grafiti peale tolmutatasse, enne raswaga natuke sisse määrada.

Sel teel on wõimalik iga asja galwanoplastilise festaga katta ja seda festa soowi järele asja pealt ka fergeste maha wõtta. Paljude mittejuhtiwate asjade juures tulebgi just wiimast wõimalust nimelt siis kasulikult tarwitusele wõtta, kui asjadest karwapealseid jälgendisi tahetasse teha. Enamaste ja kõige fergemalt tehtasse jälgendisi wasetamise teel. Juhtiwad ehk metalliliseks tehtud asja pinda raswatakse õige wähe ära, pistetasse siis negatiwlise elektrodina weewlihapu wasefulatissesse, ja kui wase-kest teatawa paksuseni on kaswanud, wõdetasse ta lihtsalt asja pealt ära.

Teras- ja puulõigetest walmistatakse häid jälgendisi galwanoplastilisel teel. Puulõikeid näit. ei wõi ilma wigastufeta liiga palju kordasi trükkimiseks tarwitada. Ühest sarnasest puulõikest wõib aga kui palju tahes galwanoplastilisi jälgendisi teha, mida klišchedeks nimetatakse. Iga klišched tarwitatakse siis ainult nii kaua trükkimiseks, kuni temast täieste selged ärawõtted wälja tulewad. Sarnaste klišchede walmistamise juures piab woolutihedus iga ruudetsimeetri kohta 1 amper suur olema.

33. Elektrokeemia.

Elektrolüütilisi nähtusi wõib weel palju tähtsamate ülesannete kättesaamiseks tarwitada kui galwanoplastika ongi, kui tugewaid woolusi, mida dünamomasinad muretsewad, teatawal sihil tööle paneme. Elektriwoolu abil hakati wiimastel aastatel

kõrge väärtusega keemialisi aineid — elementisi ja nende ühendusi — vähemaväärtuslistest ainetest puhtal kujul välja eraldama. Sel sihil töötaw elektrotehnika haru kannab elektrokeemia nime.

Paljudest ülesannetest, mida elektrokeemia juba otustanud ehk otustamas on, võtame siin ainult ühe lühedalt kõne alla. Kõigis metallides, mida sulatusahjude abil välja töötatakse, leidub alati suuremal ehk vähemal määral teisi metalle, mis mustustena sinna sisse jäänud. Need kõrvalised sissejäänused mõjuvad aga metalli omaduste peale alandavalt ja rikkuvalt. Näit. juhib sulatusahjude abil saadud wass hulga halvemine elektriwoolu kui puhas wass. Seega on puhastatud wassel elektrotehnikas palju suurem väärtus kui puhastamata wassel. Seda sama tuleb ka teiste metallide kohta ütelda.

Sellepärast tuleb siis sarnaste metallide wõerastest ollustest wabastamist wõi puhastamist õige tähtsaks ülesandeks pidada. Niisugust puhastamist nimetatakse metallide raffinerimiseks, milleks elektrolüüs iseäranis hästi kohane on. Elektrit hakati sel sihil kõige waremalt n.n. mustast wasest puhta wase väljatöötamise juures tarwitama. Must wass saadakse sulatusahjude abil loomulistest wase mineralidest. Peasjalikult sisaldab ta küll wasse, aga ühtlasi mustade jätistena ka weewelwasse, weeweltrauda, hõbedat, platina, kulda, wismuti, inglistina jne. Niisugusest mustast wasest tuleb siis kõige esiteks täieste puhas wass välja töötada, pealeselle siis kallid lisandusegud nagu kuld ja hõbe.

Selle ülesande kordasaatmiseks walatakse must wass suurteks, paksideks plaatideks, mida positiwliste elektrodidena (anodidena) weewlihapu wase supelusesse pannakse. Negatiwlikeks elektrodiks (kathodiks) on seal niisama suur, kuid puhtast wasest õhuke plaat. Sarnasest supelusest otstarbekohast elektriwoolu läbi juhtides hakkab puhastamata wass elektrolüüsi tõttu tegewusele pandud weewlihappe mõjul ära sulama, täieste puhas wass jälle negatiwlikele elektrodile välja eranema. Elektrodipinna iga ruutmeetri kohta wõib woolutihedus 20 kuni 40 amperi suur olla. Lisandusegud lähewad positiwlike elektrodi seest osalt waseitrioli-sulatisesse, osalt seistawad mudana põhja. Seda wiisi saadakse mustast wasest hõbedat, inglistina, wismuti, kulda, platina, siatina jm, mis igatahes wäikesel hulgal põhjamudasse langeb, kust neid iseäraldi weel välja tuleb töötada. Kathodil saadaw täieste puhas wass on elektrolüt wase nime all tuttaw.

Wida rohkem lisandusegusi anod sisaldab, seda suurema põnewusega piab läbiminew wool olema ja ühtlasi seda vähem

waewawäärt on puhastamine. Kui toores wass mitte üle $1/2\%$ liifandussegusi ei sijalda, siis wõib puhastamist kasuga ette wõtta.

Saadaw elektrolütwass on oma kristallilise kokkuseade poolest fore ja murduw. Sellepärast tuleb teda enne tarwituselewõtmist ära sulatada. Päris puhta wase turulesaatmine oli alles siis wõimalik, kui seda elektrolütisel teel hakati walmistama. Oma suure juhtiwuse pärast tõrjus elektrolütwass teised wasefordid elektritööstikust wähehaawal pea täieste kõrwale.

Elektrolüüsi abil raffineritakse ka tsinki, siatina, kulda ja hõbedat.

34. Aluminiumi saamine.

Kuigi aluminium juba ammu tuttaw on, aga warem peeti seda wäga kalliks metalliks. Nüüd tehtakse aluminiumist õige palju majanduseasju, ja nende hind ei ole kuigi kõrge. Hinnaalandus on sellest tulnud, et aluminiumi nüüd suurel määdul elektrokeemialisel teel sawimaast walmistatakse: aluminiumi leitakse igas sawis, kuid ennem osati seda sealt wäga puuduliselt wälja töötada. Aluminiumi saamiseks tarwitatakse nüüd õige tngewaid woolusi. Näit. Neuhauseni aluminiumiwabrikus Schweitfis paneb umbes 2000-hobusejõuline Reini jõe kost hiigla dünamomasinad käima, mis kuni 12 000-amperilisi woolusi wälja saadawad. Nende woolude abil wõib suurel määdul aluminiumi wälja töötada, nii et nüüd selle ilusa, kerge metalli hind õige madalale on langenud. Sellepärast walmistatakse nüüd aluminiumist õige mitmekesiseid ilu- ja tarbeasju, mis hinnapoolest igaihele kergeste kättesaadawad on.

Kuda elekter gaasidest läbi tungib? Röntgeni kiired ja radioaktiivsed nähtused.

1. Valgusenähtused õredates gaasides.

Õhku ja gaasiji võib elektrivallas hästi täielikkudeks eraldajateks (isolatorideks) pidada. Kõige vähem õhufihike galvaniwoolu teel takistab juba woolu edasijooksmist. Ainult siis, kui woolu põnewus hästi suur on, murdub õhufihi takistus läbi ja sellejuures tuleb elektrisäde nähtawale.

Kuid niisugust elektrijuhtimatust ei awalda gaasid mitte igal juhtumisel. Õhku ja teisi gaasiji mõib teatawaste õhupumba abil mõnes kinnises ruumis soowitawa mõduni õrendada, ja niisugused õrendatud gaasid lasewad elektrit juba hulga hõlpsamine läbi kui harilikku tihedusega gaasid. Sellejuures tulewad huwitawad nähtused awalikuks, mida elektri äraseletamisel wäga tähtsaks peetakse.

Kui me elektrit õredast gaasist läbi tahame saata, siis piame gaasi-sisaldawa riistase kaks traati wõi plaati nõndawiisi sisse sulatama ehk kittima, et nende väljaspoolseid otsaji elektriallikaga wõib ühendada, kuna sisemised otsad riista sees olewa gaasini ulatawad. Neid traatiji nimetatakse ka siin elektrodideks, milledest üks anod, teine kathod (positiivline ja negatiivline elektrod) on. Zoon. 167 kujutab sel sihil walmis-



167. Õrendatud gaasiga täidetud toru.

tatud klaastoru, mille otsadesse kaks elektrodi, üks terawaotsaline, teine jälle plaadiline, sisse on sulatatud.

Kui me nüüd niisuguse toru sees olewat õhku õhupumba abil kordkorralt õrendame, kuna toru elektrodid mõne induktiooni

aparadi teisendmäsfiwufega ehk elektriserimisemasinaga ühenduses seisawad, siis hakkab selle järel, kui õhurõhumine toru sees 6—8 mm on alanenud, mõlemate elektrodide wahel wioletiwärwiline hele walguseriba ühest toru otsast teise heljuma, nagu seda joon. 168 kujutab. See walguseriba ei täida mitte toru kogußensust

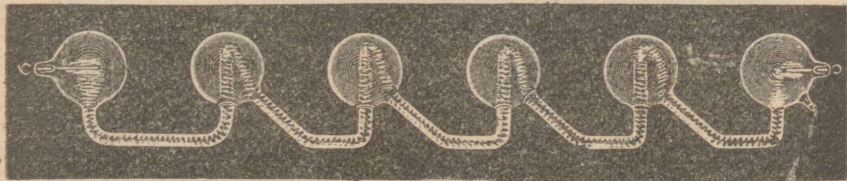


168. Walgusenähtuse esitamine õrendatud gaasiga klaastorus.

ja ei jookse sellest ka mitte otsejoonel läbi. Kui õhurõhumist toru sees weel vähemaks tehtakse, näit. 1—3 mm alandatakse, siis heljub ikkagi mõlemate elektrodide wahel seesama wioletline walgus, kuid ta hakkab õhurõhumise wähenemisega kordkorralt suurenema, kuni wiimaks toru terve õensuse täidab. Teatawa õhurõhumise juures wõime aga märgata, kuida elektrodide wahel heljuw walgus jatkuliseks muutub: toru terwel pikkusel paistawad waheldamisi mustad ja heledad paigad üksteisest peaaegu ühefugusel kaugusel filma.

2. Mida me Geissleri torudes tähele paneme.

Nii wäga õrendatud õhuga torud, kus sarnane jatkuline walgus tekib, kannawad Geissleri torude nime, sest et neid Geissler Bonnis esimesena hakkas walmistama ja turule faatma. Enamiste on nad hästi kunstliku wälimusega. Kui niisugune toru painutatud ehk kõwer on, nagu seda joon. 169



169. Geissleri torud.

kujutab, siis ilmub wioletline walgus kõifides torukõwerdustes korraga ja elekter hoowab nendes olewa õrendatud. õhu kaudu positiwlise elektrodi juurest negatiwlise elektrodi juurde.

Terawamalt tähele pannes märkame, et toru käänakutes nähtaw helendus positiwlise elektrodi juurest mitte täieste negatiwlise elektrodini ei ulata. Negatiwlist elektrodi piirab sinakas kumawus, kuna selle kumawuse ja wioletlise helenduse wahel wäike tume waheruum leidub. Wioletline helendus kannab positiwlise walguse nime. See on õrendatud õhu juures mõnda muud karwa. Tumedat ruumi positiwlise walguse otja ja kathodi wahel nimetatakse Faraday pimedaks waheruumiks.

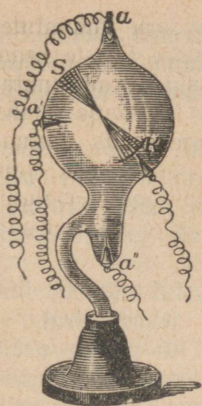
Nagu tähendatud, katab negatiwlist elektrodi sinakas walgus. Kohase kujuga elektrodide ja gaasi kohase õrenduse juures wõib kathodi lähedusel weel mitu teist helenduskihti tähele panna. Põris kathodi juures paistab nimelt harilikult kollakarwa kollakas walgus silma, mida esimeseks kathodi kihiks nimetatakse. Sinakat walgust ennast, mida teiseks kathodi kihiks kutsutakse, lautab esimesest kathodi kihist n.n. Hittorfi pime waheruum ära. Mõlemad kathodikihid ühes selle tumeda waheruumiga kannawad negatiwlise kumawa walguse nime.

3. Kathodikiired.

Kui nüüd sarnasest Geissleri torust õhku weel enam wälja pumbatakse, nii et õrendus weel suuremaks tõuseb, siis tulewad juba teised nähtused ilmsile. Õrenduse suurendamisega hakkab tume waheruum kathodi ja positiwlise walguse wahel kordkorralt kaswama, positiwline walgus ise kahanema kuni teatawa õrenduse juures walgus koguni kaub ja toru terve sisemus pimedaks jääb. Kuid kordkorralt kaswawa õrendusega algab uus nähtus peale, nagu seda Hittorf esimesena 1869. a. üles leidis: see koht toru klaasseinast, mis kathodi wastas seisab, hakkab heledal rohelistel paistma. Niiugust nähtust seletatakse seega ära, et kathodist wäljaminewad kiired endamisi nägemata on, kuid nad panewad kõiki oma teel wastutulewaid kehasi iseenesest kumama wõi fosforestserima. Niiuguseid kiireid nimetatakse kathodikiirteks, kuna torud, millede abil sarnased kiired ilmsile tulewad, Crookes'i (kruukfi) ehk Hittorfi torude nime all tuttawad on.

Kui otsekohe kathodi wastas toruklaassein seisab, siis hakkab see fosforestserima — Saksa torudes rohelistel, Inglise torudes sinisel kumal. Seisab kathodi wastas toru sees mõni mineral, siis lööb ka see oma iseloomulisel kumal fosforestserima.

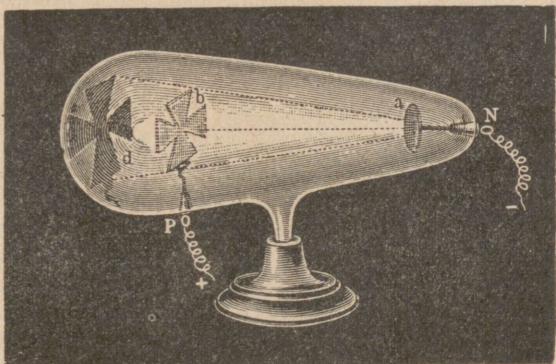
Kathodikiired jooksewad alati õigejoonelisel sibil edasi, seisku anod sellejuures kus tahes. Joon. 170 esitab Hittorfi



170. Kathodikiirte tekkimine.

klaasina heledalt kumama; kus aga need kiired risti puutuvad, jääb sein pimedaks. Sellepärast võib klaasina roheline põhjaga tumedat risti d märgata.

Kathodikiireid võib nende teelt nii hästi lähedase magneti, kui ka lähedale toodud elektriga täidetud keha abil kõrvale pöörata. Seda nähtust ja kothodikiirte eneste iseäralisi muid omadusi silmaspidades



171. Kathodikiirte õigel joonel edasijooksmise tõestamine.

tuldi otsusele, et need kiired elektriga täidetud kehakestest koos seisavad, mis kathodist õigel joonel ja nimelt väga suure kiirusega edasi lendavad.

Need kehakesed on elektriga negatiiviselt täidetud.

Uurides leiti edasi, et kothodikiirtes elektri atomid, negatiivised elektronid, leiduvad, mis väga suurel kiirusel kathodi

klaasi, mille kathod K õensa peegli kujuline on. Sellest peeglist väljaminewad kothodikiired ühinewad teatawas põletispunktis kokku, kust jällegi õigel joonel laiali lähewad ja ikka S kohal klaasina fosforistentsi sünnitawad, sellest hoolimata, kas anodina a, a' või a'' tarwitatakse.

Crookes tõestas joon. 171 kujutatud aparadi abil seda selgeste, et kothodikiired tõepoolest õigel joonel edasi jooksewad. Kui kothodikiirte teel mõni läbipaistmata asi es seisab, siis tuleb selle taga selge wari nähtawale. Joonistusel tähendab a kathodi, P anodi. Toru sisse on metallist risti b finnitatud. Kathodikiired, mis a seest välja lähewad, panewad igalpool wastasewiswa

juurest eemale liiguwad. Siin astuwad elektronid õrendatud gaasiga ruumis wabalt ja iseseiswalt üles, kuna nad elektro-
lülisi juures, nagu seda tähele panime, alati kehaliste atomidega
ühenduses seisiwad.

Füüsikateadlastele oliwad kathodikiired küll juba ammugi
tuttawad, kuid neid ei wõidud iseäralise hoolega uurimise alla
wõtta, sest et nende tekitamine, nimelt Hittorfi wõi Crookes'i
torude walmistamine ennem hästi tülikas oli ja sellepärast
mitmesuguste katsete tegemist wäga raskendas.

Huwitus tõusis kathodikiirte wastu siis, kui noorelt sur-
nud Bonni füüsikateadlane Heinrich Herz selgeks tegi, et
nad läbi õhufese metallifestakese tungiwad, ja kui warsti peale
selle Lenard näitas, et neid läbi õhufese metall-afna, mis
toru seinasse on paigutatud, ka õrendatud õhuga toru seest wõib
wäljapoole edasi saata. Lenard tegi tõeks, et kathodikiired
ka wäljaspool torusi fosforestsentzi nähtuse sünnitawad, ja et
nad päewapildiklaaside peale oma mõju awaldawad, nõnda et
kiirte teel olewatest asjadest üleswõtteid wõis teha. Ühtlasi
tõestas ta ka, et kathodikiired mitmesugused on: ühed tungi-
wad pahemine, teised paremine wõerastest kehdest läbi.

4. Röntgeni kiired.

Kathodikiireid uurides, pani Röntgen 1896. a. fogramata
tähele, et Crookes'i torude klaasi sellest kohast, mida kathodikii-
red fosforestserima panewad, uued kiired wälja lähewad. Ka
need kiired mõjuwad wäljaspool toru olewate päewapildiklaaside
peale ja sünnitawad loistmisewõimulistes kehades wäljaspool
torusi loistmist (fluorestsentzi). Sarnased kiired kannawad nende
ülesleidja järele Röntgeni kiirte nime.

Kui me Crookes'i toru musta paberi ehk musta riide sisse
mässime ja siis baryumplatinyanüüriga — kangeste fluorestse-
riwa ainega — üle tõmmatud paberitüki klaasi selle kohta lähe-
dufel hoiname, kuhu kathodikiired peale paistawad, siis lööb
nimetatud paberitükk heledalt loistma. Hoiname sellesama kohta
lähedufel päewapildiklaasi, siis muutub see nõndawiisi, nagu
oleksid talle päikesekiired peale langenud: klaasi harilikul wiisil
ilmutades leiame, et ta täieste mustaks on läinud.

Nagu tähendatud, lähewad sealt kohalt klaasina seest,
kuhu kathodikiired peale langewad, ikka Röntgeni kiired
wälja. See sünnib ka siis, kui sinna kohta klaasinaise mõni
muu keha sisse on sulatatud.

Röntgeni kiirte tähtsamaks omaduseks tuleb seda pidada, et nad mitmesugustest kehadest väga kergeste läbi tungiwad. Nad lähewad enamiste kõikidest kehadest läbi, mis metallist ei ole, kuigi need kehad harilikku walgust läbi ei lasse. Puust paistawad nad niisama kergeste läbi, nagu harilikud walgusekiired klaasist läbi lähewad. Sellepärast võib nende kiirte abil puukasti sisse pandud päewapildiklaasi ära walgustada. Nagu puu, nii lasewad ka teised läbipaistmata kehad, näit. ebonit, kautsuk, waha, korgipuu, süsi, grafit ja isegi aluminium, neid kiireid niisama hõlpsaste läbi, nagu oleksid nad klaasist. Ka õhukestest raua-, hõbeda-, kulla-, wase- jne kestadest tungiwad Röntgeni kiired läbi. Kõige vähem lasseb neid aga siatina läbi. Digilähedalt võib oletada, et Röntgeni kiired erikaaluliselt kergematest, seega õredamatest kehadest hõlpsamine läbi lähewad kui raskematest kehadest, mis ühtlasi tihedama sisemise ehitusega on. Aluminium ja klaas, mis tiheduse poolest peaaegu ühesugused on, lasewad Röntgeni kiireid ka ühtemoodi läbi, olgugi, et klaas harilikul walgusel läbipaistew, aluminium jälle täieste läbipaistmata on. Kehade tiheduse wahest oleneb siis ka Röntgeni kiirte suuremal ehk vähemal määdul läbitungimine. Selle omaduse peal põhjeneb katse, mis läbi need kiired nii ruttu üldiselt tuttawaks said: finnikaetud asju võib niisugusel korral ilma awamata päewapiltlikult uues wõtta, kui nad tallest tihedamad on. Nii võib finnisest rahakotis olewat raha, puutiiki sees leiduwaid naelu ehk kruwisi, kääre liha sees olewaid kontiisi päewapiltlikult uues wõtta, nagu wiimast juhtumist joon. 172 kujutab, sest et metallraha Röntgeni kiireid vähem läbi lasseb kui rahakoti nahk, naelad ja kruwid vähem kui puu, kondid vähem kui liha.

5. Röntgeni torud.

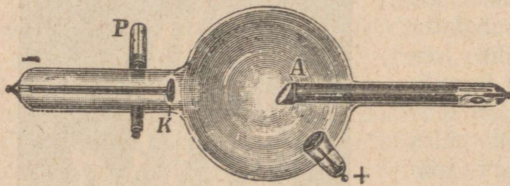
Röntgeni kiirtel on suur tähtsus arstiteaduses. Sellepärast hakati warsti



172. Käe uleswõte Röntgeni kiirte abil.

peale nende kiirte ülesleidmist otstarbekohaseid torusi ja elektrodisi päewapiltlise üleswõtmise ehk fluorestsentsi tegewuse äratamise jaoks wälja arwama. Neid nimetatakse Röntgeni torudeks. Sellejuures selgus, et iga keha, seisku ta kas toru sees ehk toru seinal, alati Röntgeni kiiredid sünnitab, kui aga kathodi kiired talle peale wõiwad langeda. See keha wõib fosforikumal paista, nagu toru seinat klaas ehk sinna kohta sisse sulatatud mineralitükk, aga ta wõib ka mõnest metallist olla, mis fosforlikku kuma ei awalda. Seda kohta, mis kathodi kiirte pealepaistmisel Röntgeni kiireid wälja saadab, nimetatakse üleüldiselt toru antikathodiks (wastaskathodiks).

Wõimalikult selgete päewapiltliste ehk fluorestsentsiliste kujutuste saamiseks tuleb selle eest hoold kanda, et Röntgeni kiired mitte terwest pinnast, waid ainult ühest punktist wälja läheksiwad. Muidu saame segaste, uduliste äärtega pildid. Nimetatud tarbet wõime seega lihtsalt täita, et torude kathodile õensa peegli kaju anname. Teatawaste koguwad niisugusel korral kathodikiired ühes punktis, õensa peegli põletispunktis, kokku. Kui nüüd selle põletispunkti kohale toru sisse metallplekitükikese üles seadime, siis on wiimane antikathodiks, ja temast lähewad Röntgeni kiired wälja. Umbes sedawiisi korraldatud Röntgeni torud kannawad fokustorude (kiirte ühte punktisse kogujate torude) nime. Joon. 173 kujutab Siemens-Halste äri poolt



173. Röntgeni fokustorud.

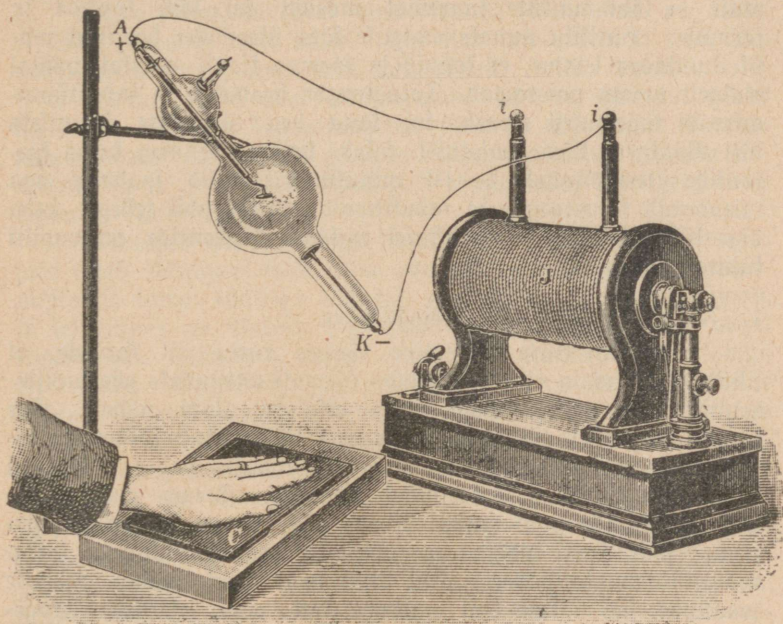
walmistatawat fokustoru. Pahe-mal pool küljes näeme seal õensa peegli kujulist kathodi K, paremal pool küljes

antikathodi A, mille lüngas platinapind jämeda waskwarre otsas kathodikiirte põletispunktis seisab. +mürgiga on toru anod ära tähendatud. Antikathodi platinast pind saadab sellest punktist, kuhu kathodikiired kogunewad, Röntgeni kiireid wälja, mis klaaskuuli wastasolewat seinat ilusal fosforlikul hülgel kumama pannes wäljapoole toru lähewad.

Niisugused torud, mis üliõrendatud õhku sisaldawad, on nii hea tegewusega, et nende abil õige lühikese ajaga päewapilti isegi läbi pakfude kehaosade wõib walmistada.

Siin tuleb tähendada, et Röntgeni torust väljasaadetavad kiired toru õhu õrenduse järel mitmetseltsi on. Kui toru pea-aegu täieste õhutiühjaks on tehtud, siis saadab ta niisugusi Röntgeni kiireid välja, mis ka tihedatest kehadest, näit. kontidest kergeste läbi lähewad. Sarnast Röntgeni toru nimetatakse „kõwaks“ toruks. See võib „pehmeks“ muutuda, kui sinna natuke õhu sisse pääseb. Pehme torude Röntgeni kiired lasewad läbipaistetawate kehade mitmesuguste tiheduste wahesi üleswõtmisel terawaste filma paista, aga nad ei tungi paksudest kehade kihtidest mitte hästi läbi.

Uuemate Röntgeni torude õhuõrendust võib teatawal määral regulerida. Tulipunaseks aetud palladium lasew wesi-



174. Röntgeni päewapilditamise kawa.

nikku läbi. Joonistusel 173 kujutatud Röntgeni torule on wäike palladiumitoruke P sisse sulatatud. Harilikult katab seda kaitse-kapslite. On Röntgeni toru kõwa, siis hoitakse palladiumitorukest P piiritusetule kohal, kuni ta tuliseks läheb. Siis tungib wesiinik palladiumi kaudu klaaskuulisse, ja Röntgeni toru muutub pehmeks.

6. Röntgeni kiirte abil päewapilditamine.

Fokustorude abil võib õige lihtsal viisil päewapilditamise katseid ette võtta. Ülewaatlikult kujutab seda joon. 174. Seal on fokustoru sedawiisi jala külge finnitatud, et antikathod võiks Röntgeni kiireid allapoole minewal sihil wälja heita. Induktzioniaparadi J nabad ii seisawad toru kathodiga K ja anodiga A ühenduses. Witmane on ühtlasi antikathodiks. Musta paberi ehk puukasti sees seisab toru all laua peal päewapildiklaas C, mille näu pool ülespoole on pööratud. Üleswõetawat fätt hoitakse otsekohe päewapildi klaasi ümbritsewa paberi peal, nagu seda joon. 174 kujutab. Kui sellejuures induktzioniaparati tegewusesse pannakse, langewad Röntgeni kiired läbi käe klaasi peale — läbi musklite suuremal mōedul kui läbi kontide ja sõrmuse. Harilikul punase walguse käes ülēs wõtet harilikul viisil ilmutades leiame, et kondid ja sõrmus klaasi mustal põhjal walgelt wastu paistawad. Fokustorude headusest ja induktzioniaparadi tugewusest oleneb, kui kaua hea ülēs wõtte saamiseks fätt Röntgeni kiirte paistusel tuleb hoida. Ennem kulus käekontide ülēs wõtmiseks 5—10 minutit ära, nüüd jaadakse aga täiendatud fokustorude ja induktzioniaparatide abil sellega juba õige lühikesel sekundiosa wältusel walmis. Räkfontide päewapilti kujutab joon. 172.

7. Röntgeni kiirte abil läbinägemine.

Röntgeni kiirte käsitamine edenes ruttu nii kaugele, et nüüd enam waja ei olegi kehade sisemuse uurimiseks päewapilditamist ette võtta; neid võib otsekohe „läbi näha“. See sünnib järgmisel viisil. Nagu warem tähendatud, lööb baryumplatinaaniiri-pulbriga sisemääritud must paber Röntgeni kiirte pealepaistmisel fosforiläikel kumama. Teeme mustast papist kasti, mille põhi umbes 20 cm pikk, 15 cm lai on, ja paneme selle kasti põhja baryumplatinaaniiri-pulbriga kokkumääritud musta paberi. Kui filmi kasti suul hoides kätise waatame, siis näitab seal muidugi kõik pime olewat. Langewad aga sellejuures Röntgeni kiired wäljastpoolt kasti põhja peale, siis lööb põhi seestpoolt waadates rohkeal-walgel kumal paistma. Asjad, mis Röntgeni kiirte teel, s.o. fokustoru ja kasti wahel seisawad, heidawad kasti põhjale suurema ehk wäheha tumedusega warjusi, sedamōdda, kas nad rohkeal ehk wähehal mōedul kiireid läbi lasewad, ja need warjud paistawad selgeste silma. Käsi näit. heidab oma kontidest kasti põhjale niisugusi warjusi, nagu neid joon. 172 kujutab. Mitte üksi käe ja jala kontisi ei wõi sedawiisi kohe näha, waid ka õla, reite,

külje ja selja kontisi. Kehaosafi keerates ehk liigutades võime warjudest otsekohe näha, kuida kondid sellejuures kaasa liiguwad. Röntgeni kiirte abil võib isegi sifemiste elundite, näit. südamet, kõhu ja wahanaha liigutusi tähele panna ja terwet teha teatawal mōedul läbi näha.

Röntgeni kiirte tarwitamine on iseäranis arstiteaduses väga tähtis: nende abil võib kehasse sattunud kuulisi, nõelu, metallikillukesi jne üles otsida. Paljudel juhtumistel aga selgus, et need kiired kaua paistes ka kahjulikku mõju wõiwad awaldada. Sellepärast piab neid igatahes ettevaatlikult tarwitusele wõtma.

8. Õhu ioniserimine Röntgeni kiirte abil.

Mida Röntgeni kiired oma olemuse järel õieti on, seda ei teata praegugi weel mitte. Kas nad walgusekiirte wiisi laeneliku edasiliikumise peal wõi kathodikiirte wiisi kehaliste osakeste edasitungimise peal põhjenuwad, seda ei wõinud nende ülesleidja kindlaste ära otsustada. Praegu arwatakse, et elektronid wastu antikathodi pōrgates toru sees etheri heljuma panewad, ja et need etheriheljumused edasiliikudes Röntgeni kiirte tegewuse sünnitawadgi.

Tõeasjad jääwad süsgi tõeasjadeks. Suwitawaks tõeasjaks tuleb Röntgeni kiirte seda omadust pidada, et nad pealepaistwuse korral elektriga täidetud asja elektrist tühjaks teewad, ja sellejuures on ükskõik, kas elektrilaeng positiwline ehk negatiwline oli. Niisugust katset võib näit. kuldlehe-elektroskoopiga ette wõtta. Negatiwlise ehk positiwlise laengu mõjul harukile lõõnud elektroskoopilehed langewad kohe kokku, niipea kui Röntgeni kiired elektroskoopile peale langewad. Lehefeste kokkulangemine tõendab, et laeng elektroskoopist ära on kadunud. Kust see tuleb? Arwatakse, et õhk Röntgeni kiirte mõjul elektritjuhitawaks muutub, nõnda et laeng elektroskoopist õhku laiali läheb ja sealt wiimaks maa sisse ära kaub. Röntgeni kiirte läbiminemisel jaguneda õhumolekulid wabadeks ionideks, positiwlisteks ja negatiwlisteks ionideks, mis elektroskopi laengu enesega kaasa wõtawad. Sellepärast üteldakse ka, et Röntgeni kiired oma teel olewa õhu ära ioniseriwad.

9. Radioaktiivlised nähtused.

Röntgeni kiireid uurides tuldi selles wallas mitmele uuele leidusele jälgile. Teatawaste lähewad Röntgeni kiired nendest kohtadest wälja, mis kathodikiirte pealepaistmisel kas nähtawa ehk nägemata fosforestentsi omandawad. Arwati, kas wast fosforestents ise ei olegi Röntgeni kiirte alguspõhjuseks. Piaks

asi nii olema, siis võiks ju edasi oletada, et ka teised ollused, mis hariliku walguse käes fosforiäikel kumama lööwad, niisama Röntgeni kiireid välja saadawad. Üleüldiselt ei kinnitanud küll tõejasjad niisugust arwamist, kuid siiski leidis Prantsuse uurija Becquerel (bekkerél), et mõned fluorestseriwad kehad, nimelt uranisoolid, nagu puhas metall urangi, iseäralisi kiireid välja saadawad, millel Röntgeni kiirtega ühesugused omadused on. Neid nimetatakse Becquereli kiirteks.

Niisugused kehad, mis Röntgeni kiirte sarnasi kiireid välja saadawad, kannawad radioaktiivliste ainete nime. Nendest on iseäranis nimetamisewäär: radium, thorium ja uran.

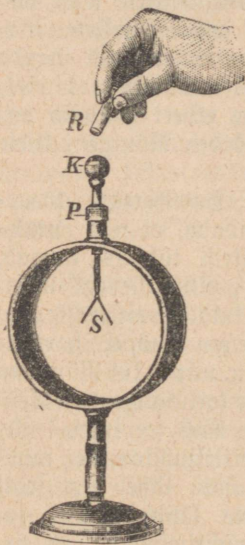
Mõni aasta tagasi kõneldi radiumist nagu iseäralisest imekiwest, mis eneses otsalõppemata jõuallika pidi sisaldama. Selle nime ülesleidjateks oliwad abielurahwas Curie (kürii) — mees rahwuse poolest prantslane, naine poolakas.

Radiumi väljatöötamine on nii waewarikas, et ta nüüd umbes 30 000 korda kallast kallim on. Praegu arwatakse teda puhtal kujul waewalt wie grammi wõrra terwel maakeral leiduwat.

Puhtad radiumisoolid saadawad kiireid välja, mis wäga Becquereli kiirte sarnased on. Iseäranis huwitaw on see, kuida nad läbipaistmisel õhu juhtiwaks muudawad, õhku ioniseriwad. Sellepolest ei jaksa nad küll Röntgeni kiirtega wõistelda, kuid siiski wõiwad nad hulga tugewamine mõjuda kui uranisoolid. Zoon. 175 kujutab, kuida radium laetud elektroskopi elektritühjaks teeb. Riipea kui me paari milligrammi radiumiga klaasikese R laetud elektroskopi nupule K lähendamel, langewad kullalehekese S lähemal kui sekundi wältusel kokku, sest et elektritjuhtiwaks muutunud õhk elektroskopi laengu maa sisse lasseb minna.

175. Radiumi ioniseriw mõju.

Ruumipuudusel olgu siin weel tähendatud, et radiumitükikese temperatura tema ümbruse temperatuurast alati ühe kraadi wõrra kõrgem on. Kui tuadõhk näit. 20° soe oleks, siis on radiumi soojus 21° , on aga ümbritsewas ruumis 40° soojust, siis on radiumi soojus 41° suur. Sellest järgneb, et radium oma kõrgema temperatura pärast ühtelugu ümbrusesse soojust välja saadab.



Elektriheljumused.

1. Elektrisäde — elektriheljumused.

Teatavaste ei ole wälk muud midagi kui suurepärase elektrisäde. Seda wõiks esimeseks elektrinähtuseks pidada, mida inimesesugu kõigepealt tähele hakkas panema. Sellest hoolimata wõeti elektrisäde alles meiepäiwil põhjaliku nurimise alla ja praegu seisab ta elektriteaduses kõrge au sees: elektrisädemest wõrsusiwad elektri imetegijad wägilased — traadita telegraf ja telefon — wälja.

Kui kahe wastunimeliselt laetud juhi wahel õhk seisab, siis ei luba see juhtide laenguid omakeskel tasuneda. Juhtide wahel hüppab aga tasandaw säde koha üle, kui elektri põnewus teatawa kõrguseni on tõusnud. Harilikult eraldawat õhku wõib siis sundida järele andma, seega elektritjuhtiwaks muuta.

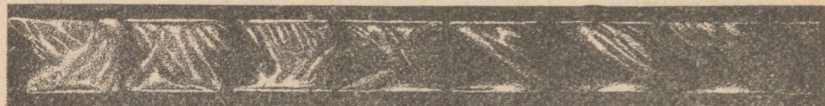
Niisuguses sädemes ei lähe elekter ühe juhi pealt teisele mitte otsekohe lihtsalt üle, nagu arwata wõiks, waid ta heljub selle juures edasitagasi. Pingulolewat wiilukeelt sõrmede wahel weel pingumale tõmmates ja siis äkki lahti lastes paneme keele wäga kiireste edasitagasi heljuma. Kui kiigelaua heljumise sibi ühele- ehk teiselepoole üles ajame ja siis äkki lahti laseme, siis hakkab ta takistuse äkilise ärawõitmise pärast edasitagasi heljuma. Säde ilmumisel heljub ka elekter edasitagasi, wae on ainult see, et elektriheljumused ülilühikeselt wältawad — ühe sekundi jooksul wõiks elekter säde kujud miljoni kuni 100 miljoni edasitagasi heljumust ära teha, kui üleüldse elektrisädemed sekundipikkuselt wältakswad.

Sarnased ülikiireste edasitagasi käiwad elektriheljumused kannawad weel ostsilatsioonide nime.

Keerlewa peegli abil tegi Feddersen esimesena kindlaks, et elektrisäde tõepoolest paljudest edasitagasi käiwatest heljumustest koos seisab, mis waewalt ühe miljondiku sekundit wältawad.

Kui selle koha wastas, kus säde ilmub, kiireste keerlewa peegel üles seatakse, siis jaksab peegel säde wältusel teatawa nurga wõrd edasi pöörata. Selle nurga suurus oleneb peegli

keeramisekiirusest. Teatawaste heidab peegel walgufekiire ikka selfamal nurgal tagasi, nagu ta seda wastu wöttis. Sellest selgub, et sädemepilt keerlewa peegli abil walgufepaelaks wälja wenib, mille pikkus seda suurem on, mida kaugemal waataja peeglist seisab. Muidugi wõime ka sädeme pikakswenitatud walgufepaelana üles wõtta, kui sinna kohta päewapildiklaasi paigutame, kuhu keerlew peegel tagasihoidetawaid walgufekiireid peale wõib langetada. Sedawiisi saadud elektrisädeme-päewapilti kujutab joon. 176. Sealt paistab terve rida heledaid ja tu-



176. Elektrisädeme-päewapilt.

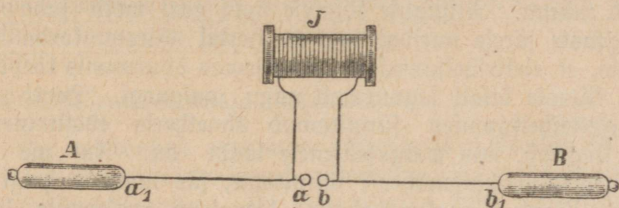
medaid kohte wastu. See näitab, et sädeme wältusel tööpoolest üilühikesejed elektriheljumused wõi ostsilatsioonid päewakorral olid. Peegli keeramise kiiruse, sädeme-päewapildi pikkuse ja üleswõtmise kauguse järele wõib kergeste wälja rehkendada, kui kawa säde wältas, kuna sädeme ostsilatsioonide (heljumuste) arv päewapildis eneses leidub. Nagu joon. 176 näitab, oli üleswõetawal sädemel 8 heljumust, kuna terve säde (kõik 8 heljumust kokku) umbes $\frac{1}{60\,000}$ sekunti wältas. Sarnase sädeme iga heljumus wältab siis kõigest $\frac{1}{500\,000}$ osa sekundist!

2. Serki ostsilator.

Teadagi, et iga erisäde oma wältusega ja oma eriheljumuste arwuga on. Heljumuse wältus on aga seda suurem, mida rohkem elektrit ühe keha pealt teisele liigub, s.o. mida suurem nende kehade kapatsiteet (elektriline mahtuwus) on, millete wahel säde üle hüppab.

Pikem oreliwile sünnitab aeglasemaid õhuheljumusi, seega madalamaid tooni kui lühike wile, sest et pikas wiles liikumas olew õhukogu lühikese wile omast hulga suurem on. Sedasama tuleb lühikese ja pika wiilikeele kohta ütelda, sedasama tuleb ka wähema ja suurema hulga liikumas olewa elektrikogu kohta ütelda: elektrisädeme heljumuste wältus oleneb nende juhtide mahtuwusest, millede wahel säde üle hüppab. Suurte Leideni pudelite laengute tasandaw säde sünnitab siis muidugi pikema wältusega heljumusi, kui väikese Leideni pudelite oma.

Wäga nobedaid heljumusi sünnitas esimesena H. Herz Bonnis niisuguse korralduse abil, nagu seda joon. 177 üle-



177. Herzi ostfilator.

waatlikult kujutab. Herz ühendas indukttsioniaparadi J teisendnabad traadi abil õigejooneliste juhtidega aa_1 ja bb_1 , mis tõttu mõlemate lõpukuulide a ja b wahel ühiskud tasandawad säde-med üle hakkasiwad hüppama. Muidugi sünniwad siingi elektri-heljumused, ja need piawad ülipisufese wältusega olema, sest et õigejooneliste juhtide mahtuwus wäga wäike on. Heljumuste wältuse suurendamiseks tuli õigejooneliste juhtide aa_1 ja bb_1 mahtuwust suurendada. Sel otstarbel ühendas Herz nimetatud juhtisi metallist tsilindritega A ja B.

Nüüd wõis heljumusi sünnitada, millede wältus ainult umbes üks sajamiljonilik ($\frac{1}{100\,000\,000}$) osa sekundist oli.

Sarnast aparati nimetatakse Herzi ostfilatoriks (heljumuste sünnitajaks).

5. Elektrilaened.

Selgus, et ostfilatori läbi saadawad ülinobedad elektri-heljumused ka ümbritsewa õhu etheri kaasa heljuma panewad. See oli ülihuwitaw ootamatus. Nüüd wõis Herz ammuüles-seatud küsimust otsustada, kas indukttsionijõudude edasiliikumine, näit. esimäsiwuse pealt teisendmäsiwusele, mõdetawat aega ära tarwitab, teisendatult küsides, kas indukttsioni tegewused mõdetawa edasiliikumise kiirusega laiali lagunewad.

Faraday ja Maxwell arwasiwad, et seesama ether, mille kaudu walgus laiali laguneb, ka indukttsioni tegewuste edasiliikumist toimetab. Niisugusel korral piaks elektriindukttsioni tegewuste edasiliikumise kiirus walguse laialilautamise kiirusega ühesugune, s.o. 300 000 km (umbes 280 000 wersta) sekundis, olema. Seda küsimust wõis nüüd Herz oma ostfilatori abil katselikult järele uurida. Kui ühe heljumuse ajal elektriliigu-

tus ühe sajamiljondiku sekundi osa wältab, siis on järgmise heljumuse algul esimene liigutus ühe sajamiljondiku osa 300 000 km, s.o. sekundi kiirusest edasi lagunenud, seega ainult 3 m edasi jaksanud minna. Niiuguse lühikese maa peal võib juba nähtusi hõlpsaste järele uurida, mis ka Herzil täieste forda läks. Ta leidis, et elektrihejumused ümbritsewas õhuruumis tõepoolest niisama kiireste laiali lagunewad nagu walgusgi. Herzi ostfilatori elektrihejumused sünnitawad õhuetheris edasiminewaid laenete liigutusi, mis walguselaenete laadi on. Kui me tikku ülestõmmates walgusenähtuse sünnitame, siis laguneb helgi läbi tekitatud liigutus walguseetheris laenetena igalepoole laiali, mis tiikwisatud kiwi läbi liikuma pandud weelaenete sarnased on. Elektrihejumuste etherilaenetena edasilikumise juures täidab Herzi ostfilator põlematõmmatud tikku aset. Ostfilatori tasandawate sädemete läbi sünnitatud hejumused lagunewad etheri laenetena niisamasuguse kiirusega ümbritsewas ruumis igalepoole laiali nagu walgusegilained.

Heljumuse wältuse järele võib isegi etheris tekitatud laene pikku wälja arwata. See on alati nii mitmes osa etherilaenete edasilikumise sekundi kiirusest, 300 000 km, kui mitmes osa elektrisädeme ühe hejumuse wältus ühest sekundist on. Fedderseni kondensatori sädeme (joon. 176) iga hejumus, mis teatawaste $\frac{1}{500\,000}$ sekundi osa wältab, sünnitab näit. etherilaene, mille pikkus $\frac{300\,000}{500\,000}$ kilomeetrit = 600 meetrit on. Herzi hejumuste nobedus, ühe sekundi jooksul, on Fedderseni omadest kaksjada forda kiirem, seega on 300 000 km pikkusel Herzi hejumuste poolt kaksjada forda rohkem etherilaened liikumas kui Fedderseni hejumuste poolt, nii on siis ka Herzi laenete pikkus Fedderseni omade pikkusest kaksjada forda lühem. Herzi hejumus sünnitab siis 3 meetri pikkuse laene. Sellest võime järeldada, et elektrihejumuste poolt sünnitatud etherilaened walguselaenete laadi on. Meie nägemise peale mõjuwate etherilaenete pikkus kõigub walguse wärwi kohaselt 4 ja $7\frac{1}{2}$ kümnetuhandiku millimeetri osa wahel. Laened, mis kuni 60 ehk 70 tuhandikku millimeetrit pikad on, mõjuwad weel soojendawalt hästi tundeliste aparatide peale, aga meie film ei märka neid enam. Elektrilaened, mida sädemete hejumused sünnitawad, on juba hulga suuremad; nad on mõned tsentimeetrid wõi koguni mitusada meetrit pikad. Nii hästi elektri- kui ka walguselaeneid tuleb nende olemuse poolest ikkagi etherilaeneteks pidada, ükssteisest lähewad nad ainult oma pikkuse poolest lahku. Herzi katsete põhjal võib lühidalt kokku wõtta:

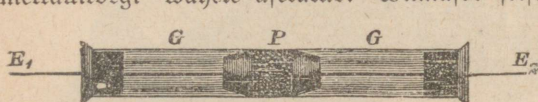
Ülilühikese heljumuse wältusega etherilaened paistawad meile walgufelaenetena silma, kuna wördlemisi wäga suure heljumuse wältusega etherilaened mitte enam walgufelaenetena nähtawale ei tule, waid elektrilaenetena, mis end elektriliste tegewuste läbi awaldawad.

4. Elektrilaenete-ilmutaja (kohärer).

Kui ettetoodud arwamine etherilaenete olemuse kohta õige on, siis piaksiwad elektrilaened niisamasuguseid nähtusi awaldama nagu walgufelaenedgi. Ka seda tõestas Herz katselikult. Tema katseid wõib meiepäiwil wördlemisi õige lihtsate abinõude waral ette tuua, olgugi, et nad sel ajal wäga raskendatud oliwad ja keerulisi, suuri abiriistu nõudsiwad.

Brantsuse uurija Branly arwas riista wälja, mis isegi kõige nõrgematest elektrilaenetest märku annab. Seda riista nimetatakse elektrilaenete-ilmutajaks (kohäreriks wõi fritteriks).

Branly laeneteilmutajat kujutab joon. 178. Klaastoru GG kestpaika on seal jämeda pulbri sugune metallipuru P kahe mettallikorgi wahel asetatud. Wiimased seisawad elektrodidega



178. Elektrilaenete-ilmutaja.

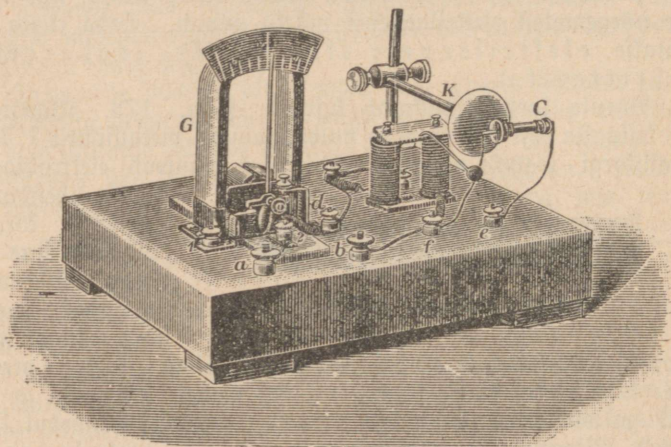
E_1, E_2 ühenduses. Niisuguse korralduse elektriline takistus on mitu sadatuhat oomi suur, sest et me-

tallipuru üksikud terakesed wabalt, ilma kokku pressimata, kahe elektrodi E_1 ja E_2 otsade wahel seisawad ja sel olekul galwanielemendi woolu ainult ülipisufesl mõedul läbi lasewad. Niipea kui aga elektrilaened selle toru peale langewad, hüppawad üksikute metallipuru-terakeste wahel sädemekesed üle, mis iga kahe kõrwustikku seiswa terakese pinna nagu ühte sulatawad. Selleläbi langeb aga toru endine õige suur mitme sajatuhanda oomiline takistus umbes 5—10 oomi peale alla ja seefama galwanielement, mille woolu laeneteilmutaja warem peaaegu mitte sugugi ei juhtinud, jaksab nüüd sealt kaunis tugewat woolu läbi saata. Niisuguse metallipuru omaduse, nimelt elektrilaenete mõjul puru takistuse wähenemise leidisgi Branly üles.

Kuigi metallipuru takistus elektrilaenete mõjul suurel mõedul wäheneb, aga ta jääbgi selleks ka siis, kui elektrilaened juba lõppenud on. Niipea kui aga toru peale wähekesi koputatakse,

muutub metallipuru takistus jällegi suureks, kuna uute laenete tulekul ta jällegi väheneb. Koptutamist võib läbiminewa woolu enese abil toimetada: kui elektrilaenete pealepaistmisel kohäneri metallipulbri takistus väheneb ja galwanelemendi woolule tee awaneb, lastakse seda woolu esiteks galwanoskopi, siis elektrifölistajast läbi minna. Viimase haamer lööb kohe toru wastu ja muudab selle metallipulbri takistuse suureks. Silmapilkselt löpeb siis woolukäik, galwanoskopi näitamine ja fölistaja koputamine, kuni uued laened neid kõiki uueste tegewusele panewad. Sellest selgub, et kohärer digusega oma nime kannab — ta annab tööpoolest elektrilaenete olemasolemisest märku, ta on elektrilaenete ilmutaja.

Dtstarbekohaselt korraldatud laeneteilmutajat või kohäneri iihes abiriistadega kujutab joon. 179. Seal tähendab: C —



179. Elektrilaenete wastuwõtmise korraldus.

kohäneri ennaft, K — fölistajat, G — galwanoskopi. Galwanoelemendi ei ole joonistusel näha. Juhid on sedawiisi korraldatud, et wool elemendist tulles esiteks läbi kohäneri C, siis läbi fölistaja K ja galwanoskopi G joostes jällegi elementi tagasi läheb.

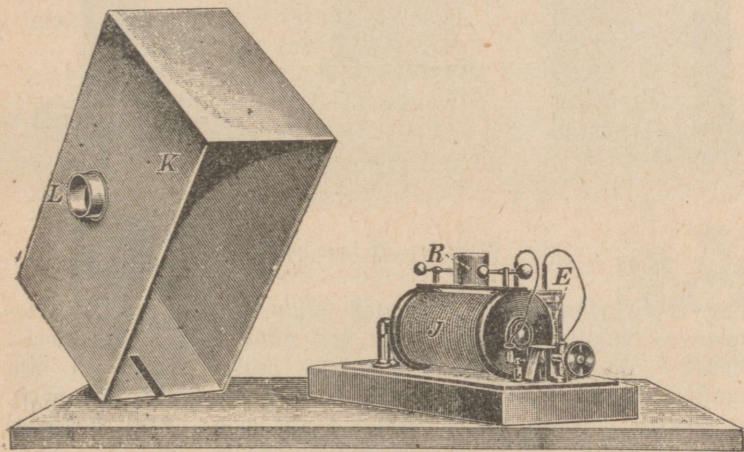
5. Elektrilaenete omaduste selgitawad katsed.

Ülemalkirjeldatud kohäneri abil võib hõlpsaste järgmisi katseid ette wõtta, mis tõendawad, et fädeme juurest elektrilae-

ned valguselaenete omadusi awaldades ümberringi igalepoole laiali lagunewad.

Kõige esiteks wõime tähele panna, kuda kohärer kohe tegevusesse astub, s.o. galwanoskopi kõrwale lööma ja kõlistaja helisema paneb, kui ta näit. induktorifädemest 5, 10 ehk 20 meetri kaugusel eemal seisab, olgugi, et kohärerit ja fädeme wahel traadiühendus täieste puudub. Niisugust nähtust wõime fädeme ümbruses igalpool küljes tähele panna. Sellest järgneb, et elektrilaened fädeme juurest valguselaenete moodi igalepoole ruumi laiali lagunewad. Kuna elektrilaenete pikkus valguselaentega wõrdlemisi hästi suur on, siis tuletawad nad mõne omaduse poolest häälelaeneid meelde, millede pikkus ka suur on. Nimitelt wõiwad elektrilaened, nagu häälelaened, ümber nurkade ja serwade laiali laguneda, kuna lühikesed valguselaened seda mitte ei tee.

Kui me soowime, et elektrilaened katsete ajal mitte igalepoole ümberringi laiali ei laguneks, waid ainult teatawal sihil kääkswad, siis piame fädemete sünnitawa riista kinnisesse metallkasti paigutama, nagu seda joon. 180 kujutab. Bahemal pool

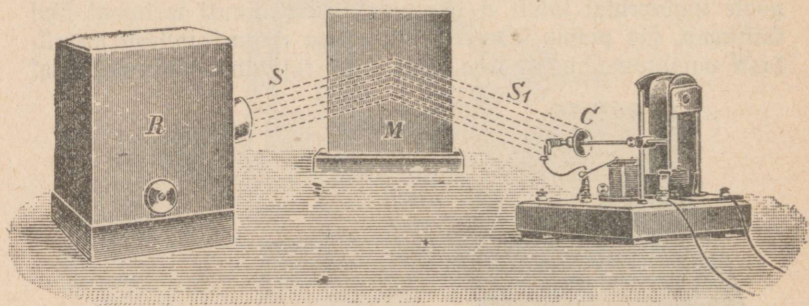


180. Teatawal sihil elektrilaenete wäljasaatmine ja wastuwõtmine.

näeme seal ülestõstetud metallkasti K, millel külje peal ümaril auk L sees on, kuna paremal pool induktiooniaparati J ühes oma galwanielemendiga E ja fädemeid sünnitawa abiriistaga R seisab.

Kui me nüüd induktiooniaparadile metallkasti peale paneme ja kohäri sedawiisi üles seadime, et kasti august välja tulewad laened temale otseteel peale wõikswad sattuda, siis hakkab kohäri kõlistaja kohe helisema. Kasti ja kohäri wahel flaaist, puust, parafinist ehk weewlist valmistatud plaati ülespannes ei takista me sugugi elektrilaenete käiku. Kasti august wäljaminewaid laeneid võib läbi finnistest uste, läbi seinte ja müüride eemalolewasse tupp saata, kus nad kohäri abil kõlistaja kõlisema panewad. Harilikudest elektrialdajatest tungiwad siis elektrilaened kergeste läbi. Kui aga jädemete ja kohäri wahel metallist plaat seisab, siis ei mõju elektrilaened sugugi kohäri peale: metallid ei lasa elektrilaeneid läbi, laened ei jaks neist mitte „läbi paista“.

Metallplaati M elektrilaenete sihi wastu wiltu olekus, näit. 45° nurgal üles seadides, nagu jeda joon. 181 kujutab, mär-

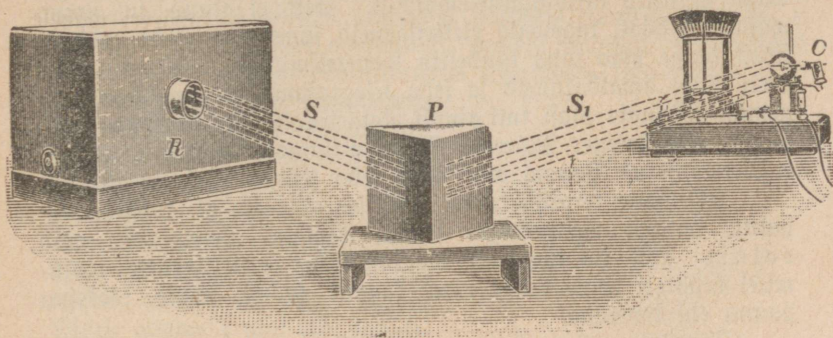


181. Elektrilaenete tagasi pöörkamine.

kame, et elektrilaened metallplaadist selsamal nurgal tagasi paistawad — tagasi pöörkawad, nagu nad sinna pealegi langewad: kohäri C algab kohe oma tegewusega peale, niipea kui aga tagasiheidetawad laened S_1 (joon. 181) talle peale langewad. Järgnewalt wõiwad elektrilaened walguselaenete wiisi teatawal nurgal tagasi paista, õigem, tagasi pörgata.

Edasi, elektrilaened piakswad ka teisi walguselaente omadusi awaldama, näit. prismast läbiminnest oma jooksusihilt kõrwale murduma ja läätsest wõi linsist läbipaistes koonduma. Ka jeda tegi Herz oma katsete waral tõeks. Joon. 182 kujutab elektrilaenete murdumise katset. Seal tähendab: R metallkasti, mille küljeaugust elektrilaened S otseteel välja tulewad, P parafinist prismat, milles laened teisele teele murduwad, C kohäri, millele murdunud sihiga lained S_1 peale paistawad.

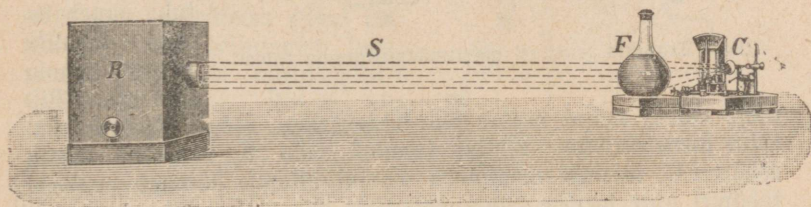
Klaasist, parafinist, puust jne tehtud läätse abil võib elektrilaeneid walguslaenete wiisi põletispunktisse koondada. Seda katset kujutab joon. 183. Seal tähendab: R elektrilaenete-



182. Elektrilaenete murdumine.

allikat, S laenete sihti, F petroleumiga täidetud pudelit, mis laenetekoondaja läätse aset täidab, C kohäneri. Wiimane piab laenete põletispunktis seisma.

Esitaks seatakse kohärerer kastist nii kaugemale ülesse, et elektrilaened tema peale enam mõju ei awalda. Kui me aga siis petroleumiga täidetud klaaspudeli F laenete teele sedawiisi kohärereri ette paigutame, et pudeli läbi koondatud laenete põletispunkt kohärereri peale langeb, siis hakkab wiimane kohe oma te-



183. Elektrilaenete põletispunktisse koondamine.

gewusega peale. Nimetatud pudelit laenete teelt ära wõttes lõpeb ka kohärereri tegewus. See katse näitab selgeste, et elektrilaened end koondada lasewad.

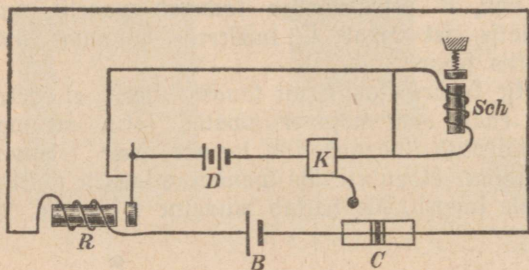
Elektri- ja walguslaenete ühelaadilist olekut ja ühesugusid omadusi tõestawad kirjeldatud katsed. See ühelaadsus ulatab weel kaugemalegi, kuid ruum ei luba pikemalt selle üle kõnelda.

6. Traadita telegraf.

Elektriteaduses ülihuwitawad Herzi laened leidsiwad õige warsti peale nende ülesleidmist traadita telegrafi fujul wäga kasulikku tarwitamiselewõtmist. Seks ei olnud ju muud waja, kui hästi tugewaid elektrilaeneid sünnitada, mis wõimalikult kauge maa taha tundeliku laeneteilmutaja, kohäneri, peale oma mõju awaldatsiwad ja seda telegrafimärkisi paneksiwad tegema. Walmis osasi tuli ainult otstarbekohaselt korraldada, millega Italia insener Marconi esimesena ilufaste toime tuli, olgugi, et Wene insener Popow weel enne teda sellesihilisi sammusi tegi.

Ettewõtte fergituseks oli weel see asjaolu, et kohärer kohaliku batarei wooluringis seistes töötab. Sellepärast võib relais abil kui tugewaid woolusi tahes elektrilaenete mõjumisel kohäneri peale kauge maa tagant soowi järele jooksmata ehk lõpetada.

Traadita telegrafi wastuwõtmisejaama ülewaatlifku korraldust kujutab joon. 184. Kohärer C seisab seal nõrga batarei



184. Traadita telegrafi wastuwõtmisejaama kawa.

Batarei D woolu mõjul hakkab kell K helisema. Nõnda teatab kella kolin laenetetulekut. Ühtlasi koputab kella K haamrike wastu kohäneri C, mis läbi metallpuru woolujuhtiwuse häwitab ja seega kohäneri uute laenete wastuwõtmiseks ette walmistab.

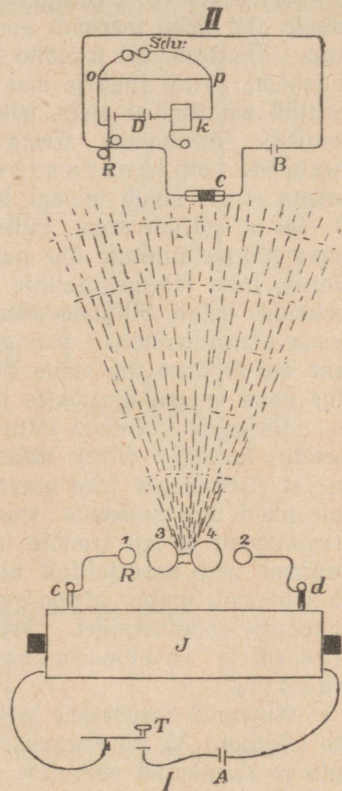
Muidugi võib kolistaja asemel ehk ka sellega fõrwustifku ühendades kohaliku wooluringi D sisse Morse telegrafiaparati Sch jatkata. Iga päralejõudew laene muudab siis kohäneri woolujuhtiwaks, kuna kohänerist läbiminewa woolu waral relais kohaliku batarei woolu jooksmata paneb. Wiimane wool paneb omakorda Morse aparadi tegewusele — telegrafimärkisi paberilindi peale kirjutama. Saatmisejaamas induktfioniaparadist lähemal ehk pikemal wältusel woolu läbi saates sünnitatakse lü-

B wooluringis, mille woolhästi tundeliku relais tegewusele paneb. Niipea kui kohärer kaugele tulewate elektrilaenete mõjul juhtiwaks muutub, paneb relais R kohaliku batarei D woolu jooksmata. Wi-

hilest ehk pikemat aega wältawaid laeneid, mis wastuwõtmise-jaamas kohäri sellekohaselt juhtiwaks teewad ja Morse aparadi punktisi ehk kriipsusi — telegrafitähhta — kirjutama panewad. Laenete pikemalt wältawal tulekul teeb küll Morse aparat kriipsu asemel terwe ria üksteise lähedusel seiswaid punktisi, aga see ei takista sugugi märkide arusaamist, pealegi sulawad need üfsitud punktid lindi parajal edasiliikumisel kriipsudeks kokku. Nii võib siis ilma mingisuguse traadiühenduseta läbi õhuetheri elektrilaeneid saates Morse tähestiku abil kauge maa taha telegraferida.

Ülewaatlikult kujutab traadita telegrafi korraldamist joon. 185. Saatmisejaamas I (all) leidub batarei A, mille woolu Morse wõtme T abil läbi induktiooniaparadi J esimäsiwuse saadetakse. Teisendnabade c ja d wahel seisab sädemetesünnitus R, mida neli kuuli 1, 2, 3, 4 esitawad. Sisemised kuulid 3, 4 seisawad petroleumis. Telegraferimise wõtme T igal wajutusel tekiwad sädemed kuulide 1, 3, 4 ja 2 wahel. Neist on mõeduandwad 3 ja 4 kuuli wahel sündiwad sädemed. Need sädemed panewad ümbritsewa etheri heljuma, ja need heljumused lagunewad laenetena kuulikujuliselt igalepoole laiali. Pisuke osa laeneid jõuab ka wastuwõtmisejaama II, kus nad kohäri C woolujuhtiwaks muudawad. Niipea kui see on sündinud, ühendab tundelik relais R kohaliku wooluringi, mis järeldufel batarei D, kõlistaja K ja sellega kõrwustikku ühendatud Morse aparat Schr oma tegewust algawad.

Kõlistaja koputab iga wastuwõtetud laene järel sel otstarbel kohäri wastu, et teda uue laene wastuwõtmiseks ette valmistada. Saatmisejaama I wõtme T lühemal mahawajutamisel



185. Traadita telegraferimise kawalik korraldus.

teeb Morse aparat wastuwõtmisejaamas II paberilindile punkti, pikemal mahawajutamisel jälle kriipsu. Sedawiisi wõime etherilaenetega Morse kirjas läbi õhuruumi eemale sõnumid saata. Traadita telegrafi nimetatakse weel *sä demetelegrafiks*.

7. Traadita telegrafi arenemine.

Antennid. Praegukirjeldatud traadita telegrafi korralduse abil wõib waewalt paari saja meetri kaugusele sõnumid saata. Marconi, kui traadita telegraferimise algataja, mõistis wäga hästi, et nii lühikese maa taha sõnumitesaاتمisel suuremat praktilist wäärtust ei oleks, sellepärast hakkaks ta kohe kirjeldatud korraldust täiendama. Tema poolt toimepandud tähtsamaks täienduseks oli antennide (mastide) tarwituselewõtmine. Antenn ei ole muud midagi, kui püstiseisaw (loodis ülesminew) 20—50 m. pikkune traat, mille alumine ots esimese (saatmise-) jaama sädemefünnituse ühe naba, näit. kuuli 3 külge on kinnitatud, kuna sädemefünnituse teine naba, näit. kuul 4, maaga ühenduses seisab. Niisama pika traadi seadis Marconi ka eemalolewas (wastuwõtmise-) jaamas nõndawiisi üles, et traadi alumine ots kohäneri ühe naba külge oli kinnitatud, kuna kohäneri teine naba maaga ühenduses seisis.

Niisuguse täienduse tõttu wõis juba õige mitme kilomeetri (wersta) kaugusele Morse tähtedega õhuteel telegraferida. Selgus, et elektrilaened seda paremine sihile jõuawad, mida kõrgemale püsti üles minewad traadid — antennid — ulatawad. Urwatawaste ei lase traadid laeneid igalepoole laiali walguda, sunniwad neid peaasjalikult nimelt eneste wahel käima. Traadid mõjuwad umbes nõndasamati, nagu kõlatorud häälelaenete koondawal edasisaاتمisel. Neid traatisi nimetatakse *antennideks* ehk ka *saatmise traadiks* ja *wastuwõtmise traadiks*.

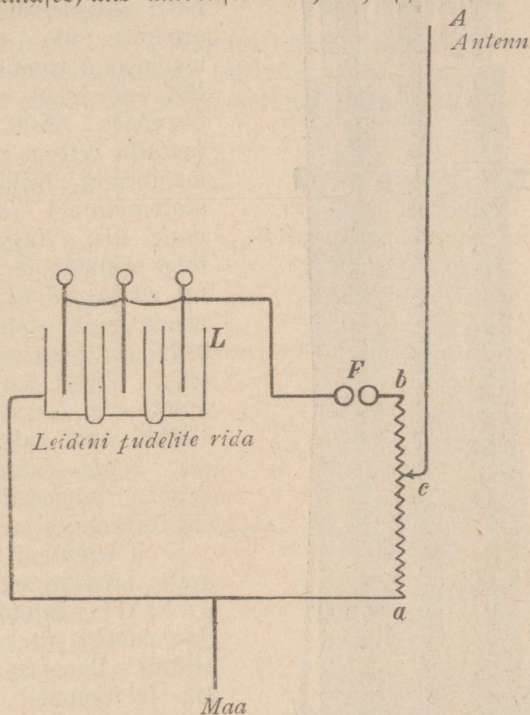
Antennisi tarwitusele wõttes wõis Marconi warsti Spezias (Italias) 35 km kaugusele selgelt arusaadawaid sõnumid saata ja täiendatud aparatide abil isegi üle merekaela Inglismaalt Prantsusemaale traadita telegraferida.

Weel suurema ulatusega telegraferimiseks pidi esiteks saatmisejaamas wäljaminewate laenete tööjõudu tugewamaks tehtama ja teiseks wastuwõtmisejaamas kohäneri tundliklust hulga suurendama.

Brauni täiendused. Tähtsaks edusammuks sellel uuel tehnikapõllul oli Straßburi prof. Brauni poolt wäljatõötatud põhjasmõte, mille abil wõimalik oli palju suuremaid tööjõu hulka si tarwitusele wõtta, kui Marconi seda esialgselt tegi.

Elektriheljumusi võib kas lahtiste (ühendamata) ehk fin-
niste (ühendatud) juhtide abil sünnitada. Esimest heljumuste
sünnitamise viisi tarvitas Herz (w. joon. 177) ja ka Marconi
(tema saatmisetraat). Teise, kinnise (ühendatud) korralduse abil,
mida Leideni pudelid ja sädemesünnitus esitab, võib küll tuge-
waid heljumusi juhtides enestes toime panna, kuid nad mõju-
wad palju vähemal määral väljapoole kui lahtistes juhtides te-
kitatawad heljumused, mis ümbritsewa etheri hõlpaste laenetama

(kaasa hel-
juma) pane-
wad. Brau-
ni kawatju-
seks oli mõ-
lemate süs-
temide ühes-
koos tarwi-
tan. iselewõt-
mine: kinnist
(ühendatud)
süsteemi tar-
tarvitas ta
laente tekitä-
miseks, lah-
tist (ainult
ühhest otjast
ühendatud)
traati lae-
nete välja-
saatmiseks.
Muidugi oli
waja mõle-
maid süste-
misi nõnda-
wiisi ükstei-
sega ühen-



186. Telefunkeni saatmisejaama kawa.

dada, et kinnises süstemis sünnitatud heljumused ilma tafis-
tuseta lahtise süsteemi (saatmisetraadi) peale üle võiksid minna.

Traadita telegraf „telefunken“. Brauni põhjus-
mõttel väljatöötatud traadita telegrafi, n.n. „telefunkeni“ (säde-
telegrafi) saatmisejaama ühes abiriistadega, mida Saksa „traa-
dita telegrafi selts“ valmistab, kujutab ülewaatlikult joon. 186.

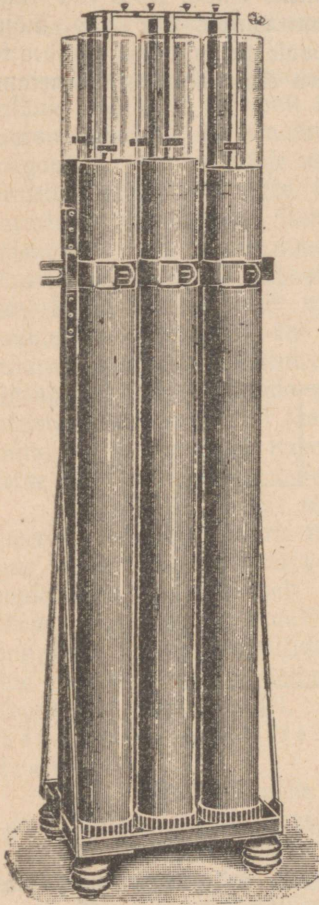
Seal tähendab: L — üffikut Leideni pudelit, F — pu-
delite wooluringis olevat sädemesünnitust, ba — pudelite-

wooluringis olewaid traadifeerdusi, c. — antenni ühenduse kohta Leideni pudelite wooluringiga.

Telegrafimärklisi saates täidab induktfioniaparat Leideni pudeli, kuid nad tühjenewad metallist wooluringi kaudu jalamaid sädemekujul. Pudelite suure mahtuwuse tõttu, mida soowi järele muuta wõib, sünnitawad sädemed selles wooluringis hästi pikki elektrilaeneid. Antenni alumine ots c laseb end wooluringi traatifeerdudega üskõik kus kohal a ja b wahel ühendada. Selle ühenduse abil kantakse Leideni pudelite kinnise wooluringi heljumused lahtise saatmisetraadi (antenni) c A peale üle. Antennist lähewad kõige mõjusamad laened sel korral wälja, kui ta pikkus kinnises wooluringis tekitatud laenete pikkusega teatawas wahekorras seisab, nimelt, kui ta pikkus neljandik osa laenete pikkusest on. Ühtlasi wõib pudelite wooluringis hulga suurem elektrifogu heljuda, kui see Marconi esialgses korralduses wõimalik oli.

Telefunkeni traadita telegrafis tarwitatawaid Leideni pudelisi kujutab joon. 187. Iga pudelit esitab umbes 4 jala pikkune klaastoru, mis wäljast- ja seestpoolt metalliga on kaetud.

Wastuwõtmise ja a-mas piab muidugi niisamagune antenn püsti seisma, nagu saatmisejaamasi. Wastuwõtmise antenni ühendust kohärriga C, mis omakorda otstarbeliselt korraldatud kondensatoritega K ja K₁ ühenduses seisab, kujutab ülewaatlik jon. 188. Antenni alumist otsa a wõib kohärreri C wooluringis olewa traadi-



187. Traadita telegrafi Leideni pudelid.

tega K ja K₁ ühenduses seisab, kujutab ülewaatlik jon. 188. Antenni alumist otsa a wõib kohärreri C wooluringis olewa traadi-

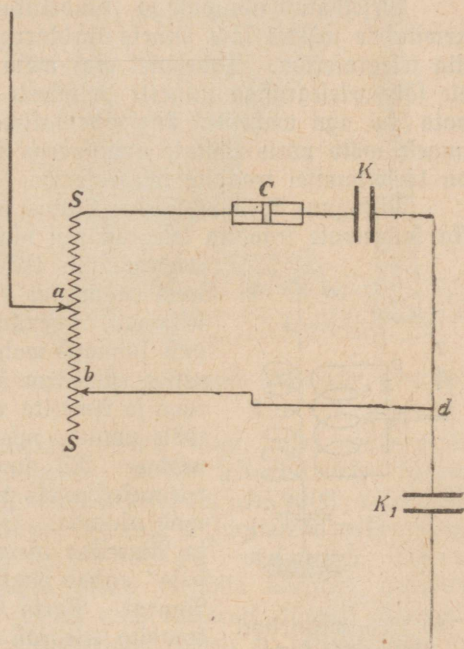
pooli SS soovitawa keeruga ühendada. Selle asemel, et antenn otsekohe SS pooliga ühendataks, võib talle mõned traadifeerud otsta jatkata, mis siis indutseriwalt pooli SS peale mõjuvad.

Muidugiteadwalt piab iga jaam võima telegrammisi vastu võtta ja välja saata, sellepärast piawad seal ka niihästi wastuwõtmise- kui saatmiseaparadid käepärast olema. Üht ja sama antenni võib aga tarwituse järele kas wastuwõtmise- ehk saatmiseaparatidega ühendada.

Thermodetektor. Alguses tarwitati traadita telegrafi wastuwõtmiseaparadina ainult kohäneri. Nüüd on selle asemel n.n. thermodetektorid astunud. Neid esitawad ther-

moelemendid, mida üheltpoolt metall, teiselt poolt tinaläige või grafit sünnitawad, mis teineteist ühesainsamas punktis puudutawad. Cemalt-tulewate elektrilaenete mõjul läheb puudutuskoht soojaks, mis läbi nõrk thermowool tekib. Viimane sünnitab thermodetektoriga ühenduses olewas telefonis nagisewa kahina. Zoon. 189 kujutab wastuwõtmiseantenni ja thermodetektorit ühendamist. Wastuwõtmiseantenn A lõpeb mõne traadifeeruga P, mis indutseriwalt naabruses olewate S feerdude peale mõjuvad. Viimaste wooluringis leidub thermodetektor D ühes telefoniga T ja siis weel kondensator C.

Wastuwõtmisetraat



Maa

188. Telefoneni wastuwõtmisejaama kawa.

Niisugust thermodetektorit tarwitades ei kirjutata traadita telegrafiga saadetawaid sõnumid mitte enam Morse aparadi

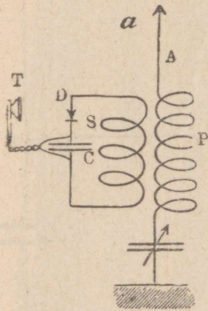
abil üles, waid neid tuleb lihtsalt Morse märkide wiisi häälitsewast (nagisewast) telefonist ära kuulata.

Helisewate sädemete süsteem. Wiimasel ajal hakati saatmisejaamades laeneid paljuarwuliste, vähemate sädemete abil sünnitama. Sekundis mitmesadade, üksteise järel käiwate sädemete läbi sünnitatud laened panewad wastuwõtwa telefoni muusikalikult helisema. Selle helisemise järele võib Morse märkidega antawaid telegrammisi kergeste telefonist wälja lugeda. Niisugune telegraferimise wiis kannab helisewate sädemete süsteemi nime.

8. Traadita telegrafi hiiglajaamad.

Kirjeldatud abinõusi ja tundelikka wastuwõtmiseaparatsi tarwitusele wõttes läks õnneks ffordkorralt ifka kaugemale traadita telegraferida. Praegusel ajal võib 300—600 km kaugusele sädemetelegrafiga julgeste ja täieste arusaadawalt sõnumid saata, kui aga wahepeal äikeseilm takistamas ei ole. Ja nii kaugule võib päris lihtsate abinõudega ja wäheldase elektritööjõu tarwitamisel traadita telegraferida.

Niisugune ffordaminemine äratas tehniklastes soowi weel ifka kaugemale traadita telegrafi teel ulatada. Taheti näit. laewadega, mis tuhanda, paari tuhanda ehk weel enam km kaugusel rannast eemal seisawad, ühendusesse astuda ja wastamisi sõnumid wahetada, ja Marconi plaanitses esimesena üle Atlandi okeani, Europa ja Amerika wahel, traadita telegrafi tööle panna, mis ka 1907. a. lõpul õnnestas. Nii suure ulatusega traadita telegraferimiseks tuli kõigepealt hiiglajaamad asutada. Sarnased on Inglismaal ja Amerikas olemas. Saksa „Telefunkenfeldts“ ehitas hiiglajaama Berliini lähedale Naueni. Pariisi Eiffeli torni on niisama traadita telegrafi hiiglajaam sisse seatud.



189. Thermodektori ühendamise kawa.

Niisuguste hiiglajaamade antennideks ei ole enam lihtsad traadid, waid terwe wõrk mitmesuguselt korraldatud traatitsi. Näitusena kujutab joon. 190 Marconi hiiglajaama wälimust Amerikas. Seal seisawad 70 m kõrgused rauast tornid üksteisest 60 m kaugusel ruutplatsi nurkadel. Need tornid kannawad saatmise-wastuwõt-mise traatitsi, mis ümberpööratud piramidi kujul on korraldatud.

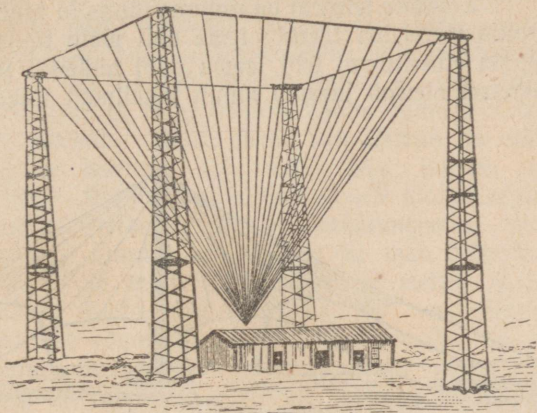
Muveni traadita telegrafi hiiglajaama kujutab joon. 191. Selle korpasigas seisab 100 m kõrgune raudlattidest ehitatud kolmenurgeline torn. Iga külj on 4 m lai. Seespool olewat treppi mööda võib torni otsa tõusta. Torni ladwast lautawad end antennid wihmawarjufujuliselt 60 000 ruutmeetri suuruse platši üle laiali. Selle hiiglajaama sisemised aparadid on niisama väga suured. Leideni pudelite batareid esitawad näit. 360 suurt, peaaegu mehepikkust pudelit. Juba algusest peale wõidi selle selle jaama abil hõlpsaste maad mööda kuni Peterburini, s.o. 1350 km kaugusele, ja wett

mööda mitmesugustele auru-laewadele kogu ni 2700 km kaugusele traadita sõnumid saata. See on juba wõrdlemisi suur ulatus, sest mõni aasta warem ei loodetudgi, et üleüldse võimalik on nii kaugusele traadita telegraferida.

Kuid praegusel ajal on korda läinud Jaapani

ja Amerika wahel üle Waiitse okeani, kuigi paari wahejaama abil, sõnumid saata, kusjuures traadita telegraferimine kogu ni 5400 km kaugusel wõimalik oli. Marconi pani juba 1908. a. korralise traadita telegrammide wahetuse Amerika ja Inglismaa wahel toime.

Elektrilaened lagunewad maa- ja merepinda mööda laiali. Kuna traadita telegrafi jaamade wahel nii suure kauguse juures maa kumeruse kõrgust kilomeetriga wõiks mõeta, mis telegraferimist ometi ei takista, siis on küsitaw, kas elektrilaened otseteel läbi õhu ühest jaamast teise lähewad. Uurimiste ja katsete waral tuldi otsusele, et elektrilaened suuremal osal maa- ja merepinda mööda laiali lagunewad. Üle merepinna võib siis palju kaugemale traadita telegraferida kui üle maapinna, sest et wesi oma tasasema pinna pärast elektrilaenete laialilagunemist wähem takistab kui mägedega kaetud maa.

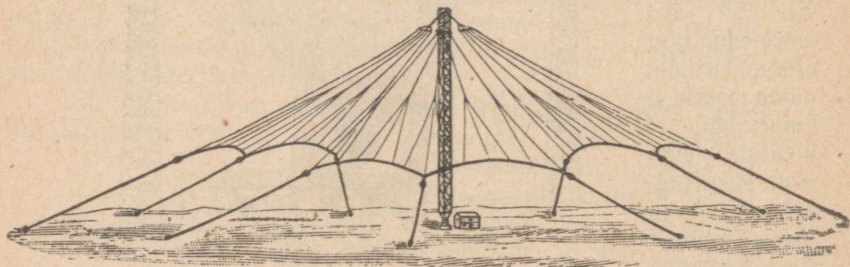


190. Marconi traadita telegrafi hiiglajaam Amerikas.

9. Traadita telegrafi head ja wiad.

Traadita telegrafil on väga suur tähtsus sõjaasjanduses, iseäranis sõjalaewastikus. Wene-Jaapani sõjas mängis ta tähtsat osa: niihästi mere- kui maawägede juhutamises wõidi waenlase wahelolemisest hoolimata ikkagi traadita telegrafi tarwitada. Üksikud maawägede osad wõiwad traadita telegrafi abil teineteisega, kindlustega ja peaforteriga takistamata ühenduses seista. Seks otstarbeks on edasiweetawad jaamad — tarwilised aparadid ühes ülestõstetawa antenniga — walmistatud.

Traadita telegraf on niisama tähtis ka kaubalaewastikule, iseäranis merehüda korral: tema abil wõib tuulest ja tormist hoolimata etheritiiwul teisi laewu appi hüüda. Kuna warem pikal mereteel olewad laewad muust maailmast nädalate kaupa täieste



191. Raueni hiiglaaam.

lahutatud oliwad, wõiwad nad nüüd igalajal ja igaltpoolt tarwilikka sõnumid saada ja ka saata: suurtel okeanilaewadel ilmub sõiduajal isegi oma ajaleht, kus traadita telegrafi teel saadud terwe ilma eluolu uudised sees seisawad. Amerika Ühisriikide seaduse järele piab traadita telegraf kõikidel nendel laewadel peal olema, mis 250 km kaugusel rannast eemal käiwad ja 50 reisijat peale wõiwad wõtta.

Traadita telegrafi peapuuduseks tuleb saladusepuudust pidada. Teatawaste lagunewad elektrilaened kuulikujuliselt igalepoole etherisse laiali. Kel kõrwad on, need kuulewad, kui me ilma hiiame, kel tarwilikud wastuwõtmisseriistad on, need wõiwad ka etheriheljumusi kuulda ja nende käigu järele saadeta wate sõnumite sisu teada saada. Sellepärast piab tähtsa sisuga telegrammiisi salakirjas saadetama.

10. Sõpusõna.

Waated on muutlikud — ka teaduses, sest et meie teadmised jatkulised on. Nõnda on nii mõnigi teaduslik waade elektriwallas wiimaste kümnete aastate jooksul muutunud. Voltast saadik usuti, näit., kindlaste, et elekter, olgu ta alalise ehk waheldawa wooluna liikumas, ainult juhtisi kaudu laiali laguneb. Traadita telegraf näitab aga, et elektrer ka ilma traadita, nimelt heljumuste, ostsilatatsioonide, kujul läbi etheri laiali laguneb.

Nii mõndagi on elektrinähtuste-wallast juba täieste tundma õpitud, nagu seda eesolewa raamatufese järele võib otsustada. Mitmesuguste elektrinähtuste üksteisest olenemine ja nende seadused on täieste kindlaks tehtud, nõnda et me elektri üle kahklemata walitseme ja tema hiiglatööjõudu inimesesoo teenistusesse sunnime astuma. Palju oleme küll elektrist ja tema olemusest juba tundma õppinud, aga, võib olla, suurem osa on meile weel wõeras. Küsimus, miks kiwi nimelt maha langeb, on weel wastamata. Üteldakse küll, et mahalangemine maa külgetõmbamise-wõimul sünnib, aga mis on see maa külgetõmbamise-wõim? Kas ei ole wast selle wõimu ja elektri wahel midagi ühist olemas? Piaks lugu nii olema, siis awaneffiwad meile weel suurepärased eduastmed niihästi teadusewallas kui ka igapäewastes eluolu awaldustes. Kuigi luuletaja arwab, et looduseriüppest saladusi kangide ja kruwide abil wäewõimuga ei wõi wälja fiskuda ega kätte saada, kui ta ise neid awaldada ei taha, wõime ometi loota ja nimelt wiimaste aastakümnete jooksul looduseteaduses tehtud suurte edusammude ja ülesleiduste põhjal, et inimene kordkorralt ikka sügawamale elektrisaladustesse tungib ja seda suurepäraselt loodusejõudu paremine ära mõistma, walitsema ja talitsema hakkab.

Eesti-Wene-Saksa sõnastik.

- akumulatorid аккумуляторы Akkumulatoren
alaline wool постоянный токъ Gleichstrom
alalise woolu dünamo динамомашина постоянного тока Gleichstrom-
dynamo
aluminium aluminiий Aluminium
Ampère Амперъ Ampère
Ampère'i ujumise määrus правило плаванія Ампера ampèresche
Schwimmregel
amperifeerud амперъ-витки Ampèrewindungen
ampertund амперъ-часъ Ampèrestunde
anion anionъ Anion
anur арматура динамомашини Anker der Dynamo
anod анодъ Anode
antennid антенны Antennen
antikathod антикатодъ Antikathode
coulomb кулонъ Coulomb
Crookes'i torud трубки Крукса Crookes'sche Röhren
Danielli element элементъ Даніэля Daniell'sches Element
dünamomasinad динамомашини Dynamomaschinen
Edisoni lambipesa патронъ Эдисона Edisonfassung
elawhõbeda-looflamp ртутная дуговая лампа Quecksilberbogenlampe
elektriheljumused электрическія колебанія elektrische Oszillationen
elektrihulk количество электричества Elektrizitätsmenge
elektrifiired электрическіе лучи elektrische Strahlen
elektrifõlistaja электрическій звонокъ elektrische Klingel
elektrilaened электрическія волны elektrische Wellen
elektrilaenete-ilmutaja проявитель электрическихъ волнь Fritter,
Rohärer
elektrilambid электрическія лампы elektrische Lampen
elektriraudteed электрическія желѣзныя дороги elektrische Eisen-
bahnen
elektriferimifemasin электрическая машина Elektrifiziermaschine
elektrifäde электрическая искра elektrischer Funke

- elektri-uulitsaraudteed трамваи elektrische Straßenbahnen
 elektriwool электрический ток elektrischer Strom
 elektriwoolu siht направление электрического тока Richtung des
 elektrischen Stromes
 elektrodid электроды Elektroden
 elektrodinamik электродинамика Elektrodynamik
 elektrodinamomeeter электродинамометръ Elektrodynamometer
 elektroinduktion электроиндукция Elektroinduktion
 elektrokeemia электрохимия Elektrochemie
 elektrolisis электролизъ Elektrolyse
 elektroliid электролитъ Elektrolyt
 elektrolitwaß электролитическая мѣдъ Elektrolytkupfer
 elektromagnetid электромагниты Elektromagnete
 elektromagnetismus электромагнетизмъ Elektromagnetismus
 elektromobilid электромобилы Elektromobilen
 elektromotorid электромоторы Elektromotoren
 elektromotorlik jõud электромоторная сила elektromotorische Kraft
 elektronid электроны Elektronen
 elemendi naba полюсь элемента Pole eines Elements
 erijuhtivus удѣльная проводимость spezifische Leitungsfähigkeit
 eritativus удѣльное сопротивление spezifischer Widerstand
 esi-, algus- первичный Primär
 Faraday seadused законы Фарадэя Faradaysche Gesetze
 fookusetorud фокусныя трубки Fokusröhren
 galvanibatarei гальваническая батарея galvanische Batterie
 galvaniahel гальваническая цѣпь galvanische Kette
 galvanielemendid гальваническіе элементы galvanische Elemente
 galvaniiwool гальванический ток galvanischer Strom
 galvanoplastik гальванопластика Galvanoplastik
 Geissleri torud трубки Гейслера Geisslersche Röhren
 Gramme'i rõngas кольцо Грамма Grammescher Ring
 haruwoolu-dünamo динамомашина съ шентовымъ возбужденіемъ
 Nebenschlußmaschine
 haruwoolu-lamp дуговая лампа съ параллельнымъ соединеніемъ
 Nebenschlußlampe
 haruühendus отвѣтвление Nebenschluß
 helisewad sädemed пѣвучія искры tönende Funken
 Hittorffi'i torud трубки Гитторфа Hittorffsche Röhren
 hysteresis гистерезисъ Hysteresis
 hõbewoltameeter серебряный вольтаметръ Silbervoltmeter
 influentsielekter электричество отъ вліянія Influenzelektrizität
 induktsiooniwoolud индукціонные токи Induktionsströme

- ionid iоны Zonen
 isolatorid изоляторы Isolatoren
 Joule'i seadus законъ Джоуля Joulesches Gesetz
 Joule'i soojus Джоулева теплота Joulesche Wärme
 jatkutafistus сопротивление мѣста соединения Übergangswiderstand
 juht проводникъ Leiter
 juhtivus проводимость Leitungsfähigkeit
 järjestikku ühendus послѣдовательное соединеніе Hintereinander-
 schaltung
 jõu põhjusmõte динамическій принципъ Dynamoprinzip
 kaabel кабель Kabel
 kaitsja предохранитель Sicherung
 kaitsja kork пробка предохранителя Stöpsel der Sicherung
 kasulik töödõimus полезная работа Nutzeffekt
 kasuliku tegewise kraad коэффиціентъ полезнаго дѣйствія Wirkungs-
 grad
 kathod катодъ Kathode
 kathodikiired катодные лучи Kathodenstrahlen
 kation катионъ Kation
 katkendaja прерыватель Unterbrecher
 keerdude torud соленойдъ Solenoid
 keerlewa woolu dünamo динамомашина трехфазнаго тока Dreh-
 stromdünamo
 keerlewa woolu motor двигатель трехфазнаго тока Drehstrommotor
 keerlewa woolu transformatorid трансформаторы трехфазнаго тока
 Drehstromtransformatoren
 keerlew peegel вращающееся зеркало Drehspiegel
 keerlew wool трехфазный токъ Drehstrom
 kilowatt киловаттъ Kilowatt
 kilowatt-tund киловаттъ-часъ Kilowattstunde
 kollektor коллекторъ Kollektor
 kondensator конденсаторъ Kondensator
 kontrollor контроллеръ Kontroller
 kõrwustikku ühendus параллельное соединеніе Parallelschaltung
 kuiv element сухой элементъ Trockenelement
 kustutaja выключатель Ausshalter
 kustutajaga lambipesa патронъ съ выключателемъ Lämpfassung
 külgetõmbamine ja eemalelõkkamine притяженіе и отталкиваніе An-
 ziehung und Abstoßung, elektrische
 küttekeha тѣло для нагрѣванія Heizkörper
 Leclanché element элементъ Лекланше Leclanché-Element
 Leideni batari leiденская батарея Leydener Batterie
 Leideni pudel (purk) лейденская банка Leydener Flasche

- liinibatarei батарея для линии Linienbatterie
 lisatafistus добавочное сопротивление Zusatzwiderstand
 looftulelamp дуговая лампа Flammenbogenlampe
 looftule regulerimine регулировка дуговой лампы Regulierung des
 Bogenlichts
 looftuli Вольтова дуга Bogenlicht
 liihite ühendus прямое замыкание Kurzschluß
 maajuhт земляной проводъ Erdleitung
 magnetinõela kõrwalepõdramine отклонение магнитной иглы Ablen-
 fung der Magnetnadel
 magnetline wäljatugewus сила магнитнаго поля magnetische Feld-
 Stärke
 magnetlifed jõujooned магнитныя силовыя линии magnetische Kraft-
 linien
 magnetoelektri-masinaд магнитоэлектрическія машины magneto-
 elektrische Maschinen
 magnetoinduktion магнитоиндукція Magnetoinduktion
 magnetomotorlif jõud магнитомоторная сила magnetomotorische Kraft
 mahtuwus емкость Kapazität
 metallide raffinerimine рафинировка металловъ Raffinierung der
 Metalle
 metallikuu-õõglamp лампочка накаливанія съ металлическою нитью
 Metallfadenglühlampe
 metallitamisepuljus гальваническая ванна galvanisches Bad
 mikrofon микрофонъ Mikrophon
 milliamper миллиамперъ Milliampere
 Morse kiri шрифтъ Морзе Morseſchrift
 Morse telegraf телеграфъ Морзе Morsetelegraph
 Morse wõti ключъ Морзе Morſeschlüssel
 nabaking полюсный наконечникъ Polſchuhe
 Neefi haamer молотокъ Неефа Neefſcher Hammer
 negatiwline naaba отрицательный полюсь negativer Pol
 nähtus явление Erſcheinung
 näpistepõnewus напряжение между борнами Klemmenſpannung
 Ohmi seadus законъ Ома Ohmſches Geſetz
 paheima käe määrus правило лъвой руки Linke Hand-Regel
 paisuwus фаза Phase
 paljunabaline masin многополюсная динамомашинa vielpolige
 Maschine
 peawooludinamo динамомашинa съ послъдовательнымъ возбужде-
 ниемъ Hauptstrommaschine
 peawoolulamp дуговая лампа послъдовательнаго соединенія Haupt-
 stromlampe

- peawoolumotor моторъ съ послѣдовательнымъ возбужденіемъ
 Hauptstrommotor
 plahwatawa gaafi woltameeter вольтметръ гремуцао газа Knall-
 gasvoltameter
 positifiline naba положительный полюсъ positiver Pol
 põnewus напряжение Spannung
 põnewusekahanemine потеря напряженія Spannungsverlust
 põnewusewawe разность напряженія Spannungsunterschied
 puudutuserattake контактный ролик Kontaktrolle
 puudutus контактъ Kontakt
 püistgalwanostop вертикальный гальваноскопъ Vertikalgalvanostop
 reguleriw takistus регулировочный реостатъ Regulierwiderstand
 Röntgeni kiired лучи Рентгена Röntgenstrahlen
 jalkkustutaja групповой выключатель Gruppenschalter
 janimeline одноименный gleichnamig
 jegaühenduse-dünamo компаундъ-динамомашина Compoundmaschine
 silmapilkjed woolud мгновенные токи momentane Ströme
 sifemine takistus внутреннее сопротивление innerer Widerstand
 sädemeinduktor спираль Румкорфа Funkeninduktor
 sädeme hüppekaugus длина искры Schlagweite
 süefiu-döglamp лампочка накаливанія съ угольною нитью Kohlen-
 sädenglühlampe
 takistus сопротивление Widerstand
 tasandaja уравниватель Ausgleicher
 tasandus разрядъ Entladung
 teiseendelemeidid вторичные элементы secundäre Elemente
 telefon телефонъ Telephon
 terawus остріе Spitze
 thermodekktor термодетекторъ Thermodekktor
 thermoelement термоэлементъ Thermoelement
 thermosammas термоэлектрическая батарея Thermo säule
 thermowool термоэлектрический токъ Thermoström
 traadita telegraf безпроводочный телеграфъ drahtlose Telegraphie
 transformator трансформаторъ Transformator
 trummankur барабанный якорь Trommelanker
 tuisuwoolud токи паразитные Wirbelströme
 tulelook свѣтовая дуга Lichtbogen
 tuur оборотъ Umdrehung
 täitma заряжать laden
 tõestama доказывать beweisen
 tööjuht рабочій проводъ Arbeitsleiter
 tööjõud энергія Energie

tööjõu edasikandmine передача энергии Kraftübertragung
 tööjõu jaotus распределение энергии Kraftverteilung
 töömasin рабочая машина Arbeitsmaschine
 tühjendama разряжать entladen

waheldawä woolu dünamod динамомашини переменнаго тока
 Wechselstrommaschinen

waheldaw wool переменный ток Wechselstrom

walguse-ether свѣтовой эфиръ Lichtäther

wastamisi kustutajad взаимные выключатели Korrespondenzschalter

wastunimeline разноименный ungleichnamig

watt ваттъ Watt

wedelikkude ristus сопротивление жидкостей Flüssigkeitswiderstand

weewoltameeter водяной вольтметр Wasservoltmeter

wooluharuniemine развѣтвление тока Stromverzweigung

woolufoguja коллектор Stromsammler

wooluregulator регуляторъ тока Stromregulator

woolutihedus плотность тока Stromdichtigkeit

woolutigewus сила тока Stromstärke

woolu töödimus эффектъ тока Effekt eines Stromes

woltameeter вольтметр Voltmeter

woltmeeter вольтметр Voltmeter

wälimine wooluring внѣшняя цѣпь äußerer Schließungskreis

wäljamagnet индукторъ Feldmagnet

õhu ioniserimine ионизация воздуха Ionisierung der Luft

õõglambipeisa патронъ для лампочки накаливанія Fassung von
 Glühlampen

õõglamp лампочка накаливанія Glühlampe

ühhejärguline waheldaw wool однофазный ток Einphasenstrom



Sisujuhataja.

	lt.
Geisõna	3
I. Kuda elektriwoolusi sünnitatakse ja ära tuntakse.	
1. Elektrit on looduses wähe märgata	5
2. Meil puudub elektrimeel	5
3. Galvani tähelpanemine	6
4. Galvani ülesleiduse äraseletamine Volta poolt	6
5. Galwanielement — Galvani katse teisend	7
6. Derstedti ülesleidus — magnetindela kõrwalepööramine	8
7. Galwanoskoop — elektrifilm	8
8. Ühendatud woltaelemendis woolab elektri- wõi galwanivool	9
9. Selgitawad nimetused	9
10. Elektri juhid ja eraldajad	10
11. Takistus	11
12. Püistgalwanoskoop	11
13. Elektriwoolu siht	12
14. Positiwline (+) ja negatiwline (—) naba	12
15. Elekter woolab ka elemendi sees	13
16. Elektriwoolu sihi äramääramine	14
17. Täiendatud wolta- wõi galwanielemendid	15
a. Danielli element	15
b. Wase- wõi Saksa telegrafi element	15
c. Leclanché element	16
d. Süuelement	16
e. Kuiwad elemendid	17
18. Ahel wõi baterei	17
19. Keemialis elektriwoolu sünnitamine	18
20. Elektriwoolu sünnitamine soojuse läbi	19
21. Thermoelektri-sambad	20
22. Michael Faraday poolt üles leitud induktiooniwoolud	21
23. Elektriinduktsioon	21
24. Magnetiinduktsioon	24
25. Alaliste ja waheldawate woolude wahel	26

II. Alaliste elektriwoolude seadused.

1. Elektriwoolu tugewus ja selle mõetmine	28
2. Elektriwoolu teised magnetlifed awaldufed	29
3. Elektriwoolu tugewuse „kaalumine“	29
4. Amper — elektriwoolu tugewuse üksus	30
5. Ampermeeter — woolutugewuse mõetja	31
6. Elektromotorlif jõud	32
7. Takistus	32
8. Ohmi seadus	33
9. Zuhhi pikkuse, läbilõike ja materjali mõju takistuse peale .	33
10. Zuhhi eritakistus	34
11. Takistuseüksus — oom	35
12. Omilif eritakistus ja woolu erijuhtiwus	35
13. Wedeliffude eritakistus ja erijuhtiwus	37
14. Jatkutakistus	38
15. Sisemine takistus järjestikku ühendamisel	38
16. Sisemine takistus kõrwustikku ühendamisel	39
17. Segaiühendamine	41
18. Batareide takistuse wäljaarwamise üleüldistus	41
19. Batareide takistuste wäljaarwamise näitus	42
a. Ülesanne	42
b. Wäljaarwamine	42
20. Wolt — elektromotorliku jõu üksus	43
21. Galwanielementide elektromotorlif jõud ja sisemine takistus	43
22. Batareide elektromotorlif jõud	44
a. Järjestikku ühendamisel	44
b. Kõrwustikku ühendamisel	44
c. Sega- (kõrwustikku-järjestikku) batarei ühendamisel .	45
23. Lühite ühendus	45
24. Kõrwõtte elektromotorliku jõu ja woolutugewuse wälja- arwamise kohta	46
a. Järjestikku ühendamisel	46
b. Kõrwustikku ühendamisel	47
c. Segaiühendamisel	47
25. Thermoelementide elektromotorlif jõud	47
26. Thermoelementide tarwitamine	48
27. Põnewus	49
28. Põnewusewähe kahanemine	50
29. Wooluharunemine	51
30. Woltmeeter	52
31. Wooluregulator	53
32. Woolufatkendajad	55
33. Woolufihi ümberpööraja	56
34. Elektronid	57

III. Elektriwoolu magnetlised tegewused ja nende tarwitusele- wõtmine.

1.	Elektromagnetismus	59
2.	Elektromagneti saamine	59
3.	Bootusihht elektromagneti keerdudes	61
4.	Järelejääw magnetismus	62
5.	Magnetlised jõujooned	63
6.	Solenoid	64
7.	Magnetline väljatugewus	65
8.	Solenoidi jõujoonte arwu suurendamine	66
9.	Magnetline juhtiwus	67
10.	Magnetismuse Ohmi seadus	68
11.	Elektriwoolu ja magneti wahelord	70
	a. Magnetipulga ja woolupooli sarnasus	70
	b. Rauatüki tungimine woolupoolisfe	70
	c. Woolu ja magneti jõujooned	71
	d. Woolujuhi keeramine magneti ümber	71
	e. Magnetite keeramine woolujuhi ümber	73
	f. Weel üks katse woolujuhi osa liikumise kohta magnet- lises väljas	74
12.	Woolude wastastikkune tegewus	75
	a. Elektrodiinamika	75
	b. Parallelwoolu wastikkune külgetõmbamine ja eemale- lükamine	75
	c. Woolujuhid ristamisi olekus	76
13.	Elektrodiinamomeeter	77
14.	Magnetliste nähtuste põhjus	77
15.	Elektromagnetismuse rakendamine	78
16.	Elektrikõlistaja	78
	a. Kuda kella kõlifemine sünnib	79
	b. Neefi haamer	79
17.	Elektrikõlistaja sisseseade	80
18.	Elektritelegraf	82
19.	Morse telegraf	84
20.	Relais	88
21.	Maisjamaa juhid ja nende kaablid	90
22.	Telefon	93
23.	Mikrofon	96
24.	Belli ja Hughes'i süsteemi wahel	98
25.	Berlineri mikrofon	99
26.	Telefonide ühenduste korraldus	100
27.	Telefoni sisseseadlus	101
28.	Kõlistamiseinduktor	103

29.	Elementideta telefonid	103
30.	Telefoni-keffjaamad	104
31.	Sinnadewaheline telefoniihendus	104

IV. Elektri põnewuusenähtused.

1.	Rattendatud wooluring	106
2.	Elektrisäde	106
3.	Induktiooni-aparadid	107
4.	Sädeme hüppekaugus	109
5.	Elektronid	110
6.	Elektri sünnitamine õerumise läbi	112
7.	Elektriserimine külge puutudes	112
8.	Elektriserimismasinaid	113
9.	Külgetõmbamine ja eemalelõikamine	113
10.	Elektrofoos	114
11.	Elektri-influents	115
12.	Kondensator	116
13.	Leideni pudel	117
14.	Leideni batari	118
15.	Wimshursti masin	118
16.	Wälk ja müristamine	120

V. Suurte tööjõu-fojude elektriwooludeks muutmine.

1.	Magnetoinduktioon	123
2.	Magnetoelektri-masinaid	124
3.	Grammi rõngas	126
4.	Trummankur	129
5.	Grammi rõngaga masinaid	129
6.	Waheldawa ja alalise woolu masina wahel	129
7.	Dünamoprintsip ja dünamomasinaid	130
8.	Dünamomasinate jautus	133
9.	Dünamode ja elektromagnetide wälimus	134
10.	Willest oleneb dünamomasinate elektromotorline jõud	136
11.	Näpistepõnewus	137
12.	Saruwoolu-masinate regulerimine	137
13.	Dünamomasina woolu mõetmine	138
14.	Elektritööjõud	139
15.	Rasuliku tegewuse kraad	141
16.	Waheldawad woolud on alalistest wooludest ette	142
17.	Waheldawa woolu dünamomasinaid	143
18.	Waheldawa woolu masinate mäsfiwused	144
19.	Waheldawa woolu mõetmise korraldus	147
20.	Dünamomasinate ja galwaniementide woolu hindamine	148

VI. Elektriwoolude töötegevus.

1. Dünamomafin ja elektrimotor	150
2. Elektrimotorid	150
3. Elektritööjõu jautus	153
4. Elektritööjõu edasikandmine	155
5. Keerlewa woolu motorid	158
6. Transformatorid	162
7. Keerlewa woolu transformatorid	166
8. Elekter põllutööstifus	167
9. Elektritööjõu kaugale edasikandmine transformatorite abil	168
10. Elektri-raudteed	170

VII. Elektri soojus ja walgus ja nende tarwitamine.

1. Woolujuhtide soojaksminemine — töö soojuseksmuutumine	178
2. Joule'i seadus	179
3. Õõglambid	180
4. Siiekiuga õõglambid	180
5. Lambipesa	182
6. Õõglampide wooluühendus	183
7. Elektrilampide süüitamine ja kustutamine	184
8. Lampide süüitamine falkade kaupa	185
9. Bastamisi woolukattendajad (kustutajad)	186
10. Raitsjad	187
11. Kernsti lamp	188
12. Metallifü-õõglambid	191
a. Tantallamp	192
b. Osramlamp	192
13. Keetmine ja kütmine elektri abil	193
14. Elektrifütmise majandusline külg	194
15. Elektri-looftuli	195
16. Looftule regulerimine	198
17. Peawoolu-looflambid	199
18. Haruwoolu-looflambid	200
19. Differentiaal-looflambid	201
a. Mehhanilikud regulerimise abinõud	202
b. Siemens-Schuckerti differentiaalamp	202
20. Looflampide ühendamine	203
21. Lisatafistus	204
22. Looflampide põlemise wältus	204
23. Wäikesed looflambid	205
24. Bremeri looflamp	205
25. Elawhõbe-looflamp	206

VIII. Elektriwoolu keemialine tegewus ja selle tarwitamiseta- wõtmine.

1.	Elektroliis	208
2.	Anod ja kathod	208
3.	Wool lahutab elektrolüiti ainult elektrodide juures . . .	209
4.	Metall ilmub lahutusefaadusena kathodil	209
5.	Anion ja kation	210
6.	Teisendprotsessid	210
7.	Elektrokeemialised mõisted	211
	a. Atomikaal	212
	b. Elementide keemialine wäärtus ja keemialise wäär- tuse kaal	213
8.	Elektrokeemialiste suuruste tabel	214
9.	Faraday seadused	214
	a. Näitus ainete sjuosadeks jagunemise kohta	215
	b. Woolutugewuse mõju elektrolüüsi saaduste kohta	215
	c. Näitus elektrolüüsi saaduste raskuse kohta	216
10.	Woltameetrid	217
	a. Wasewoltameeter	217
	b. Hõbewoltameeter	217
	c. Plahwatawa gaasi woltameeter	218
11.	Clausius-Arrhenius'e elektrolüüsiteoria	219
12.	Grammilik wäärtus	220
13.	Elektronid	221
14.	Elektroliis galwanielementides	222
15.	Polarisatsioon	223
16.	Teisend-elementid	224
17.	Akumulatarid	225
18.	Faure akumulatorid	227
19.	Hageni akumulatorid	228
20.	Akumulatorite täitmine ja tühjendamine	230
21.	Mahtuwus (kapatsiteet)	231
22.	Rasulik töowõimus	232
23.	Akumulatorid ja galwanielementid	233
24.	Akumulatorite tarwitamine	233
25.	Ruda väikest akumulatori täidetakse	234
26.	Akumulator-kassiwagunid	235
27.	Elektromobilid	236
28.	Tuul elektrit walmistamas	237
29.	Galwanoplastif	238
30.	Metallitamise-supelused	238
31.	Woolutihedus	239

32. Ruda metallitataffe?	239
a. Hõbetamine	239
b. Wafetamine	240
c. Kuldamine	240
d. Nifeldamine	240
e. Terastamine	240
f. Üleüldised näpunäited	240
33. Elektrokeemia	241
34. Aluminiumi faamine	243

IX. Ruda elekter gaasidest läbi tungib? Röntgeni kiired ja radioaktiivsed nähtused.

1. Walgusenähtused öredates gaasides	244
2. Mida me Geisleri torudes tähele paneme	245
3. Kathodi kiired	246
4. Röntgeni kiired	248
5. Röntgeni torud	249
6. Röntgeni kiirte abil päwapilditamine	252
7. Röntgeni kiirte abil läbinägemine	252
8. Ohu ioniseerimise Röntgeni kiirte abil	253
9. Radioaktiivsed nähtused	253

X. Elektriheljumused.

1. Elektrijäde — elektriheljumused	255
2. Hertzi ostfikator	256
3. Elektrilaened	257
4. Elektrilaenete ilmutaja (kohärer)	259
5. Elektrilaenete omaduste selgitawad katsed	260
6. Traadita telegraf	264
7. Traadita telegrafi arenemine	266
8. Traadita telegrafi hiiglajaamad	270
9. Traadita telegrafi head ja wiad	272
10. Lõpusõna	273

Gesti-Wene-Saksa sõnastik	274
-------------------------------------	-----

A-24367