

A-2551 III

VII $\frac{12}{270}$

„Postimehe“ kirjakogu IV

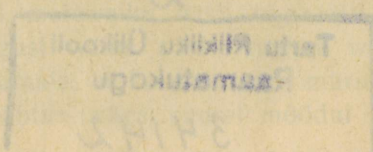
Fr. Estival'e kirjandus

ELEKTER

2. X. 13.

I *J. Treumann*

Kirjutanud **J. Sarw**



Tartus 1911

„Postimehe“ kirjastus

„Postimehe“ kirjastus

ELEKTER

Trükitud Eesti Kirjastuse-Ühisuse „Postimehe“ trükikojas Tartus.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

34142

1. Elektri aastasada.

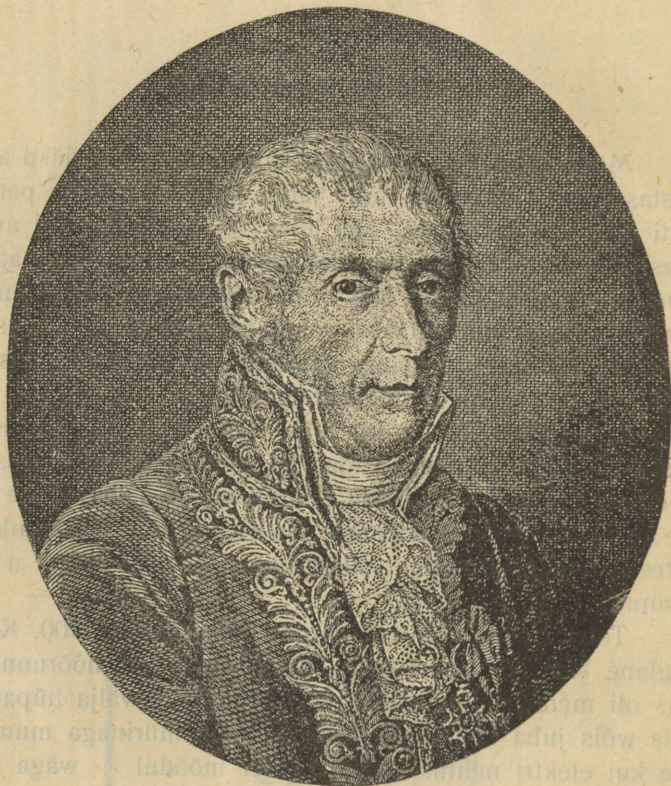
Möödaläinud 19. aastasada nimetatakse sagedasti auru aastasajaks. Juhtmõte, mille järele auru võib tööle panna, leiti juba 18. aastasajal, aga alles 19. aastasajal sai aurumasinat tarvitamine nii üleüldiseks, et haritud maades waewalt inimest leidub, kes ilma aurumasinat tarvitamata elab. Niisama nimetatakse wahel käesolewat 20. aastasada elektri aastasajaks, sest arwatawasti hakatakse kuni aastani 2000 elektrit ka nii üleüldiselt tarwitama.

Üks elektri nähtus oli juba wanal ajal — enne Kristust — tuttaw. Nimelt teadsiwad greeklased juba siis, et merewaigule, kui teda hõõrutakse, kerged kehakesed külge tungima hakkawad. Merewaik on Greeka keeli elektron ja sellest sõnast ongi elektri nimi saanud.

Teist elektri nähtust märgati alles aastal 1700. Keegi inglane Wall oli merewaiku hästi tugewasti hõõrunud ja siis oli merewaigust wäike säde raginal wälja hüpanud. Siis wõis juba aimata, et ka wälk oma mürinaga muud ei ole kui elektri nähtus wäga suurel määral — wäga suur elektri säde.

Need kaks elektri nähtust on niinimetatud seiswa elektri nähtused. Neid ei osatud kuidagi kasulikult tarwitada. Aastal 1800 teatas itallane Volta, et tal korda on läinud riista kokku seada, mis elektrit võib kestwalt woolama panna. Juba selsamal aastal märkasiwad inglased Carlisle ja Nicholson, et wesi siis oma osaine-

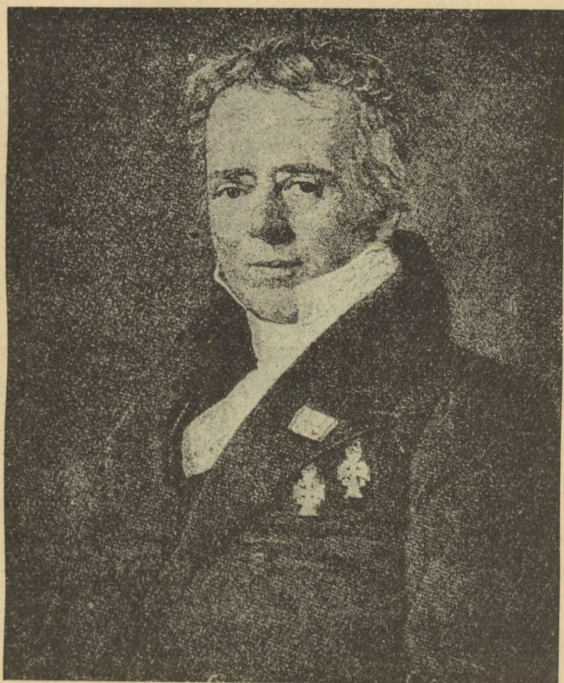
teks lahku b, kui temast elekter läbi woolab. Nii wõis elektriwoolu kohe ainete lahutamiseks tarwitama hakata. Kakskümmend aastat pärast seda leidis daanlane Oersted, et elektriwoolu ümber magnedi tung on. Aastal 1825 osati juba elektrimagnetisid teha, mis harilikkudest



Pilt 1. Volta.

magnetidest hästi tugewamad oliwad. Elektrimagnetidest oli juba kerge elektrikellasid, telegrafi ja elektrimootorid kokku seada. Nii wõis elektriwoolu liikumise sünnitajaks tarwitada, aga raske oli weel küllalt tugewat woolu saada, kuni aastal 1831 inglane Faraday leidis, et traadis elek-

triwool ilmub, kui teda säääl liigutatakse, kus mõni magnetwõi mõniteine elektriwool ligidal on, wõi kui tema ligidal magneti wõi teist elektriwoolu liigutatakse. Selle järele wõis liikumise abil tugewat elektriwoolu sünnitama hakata. Aastal 1875 läks inglasel Bell'il korda koguni selle õhu wärisemise

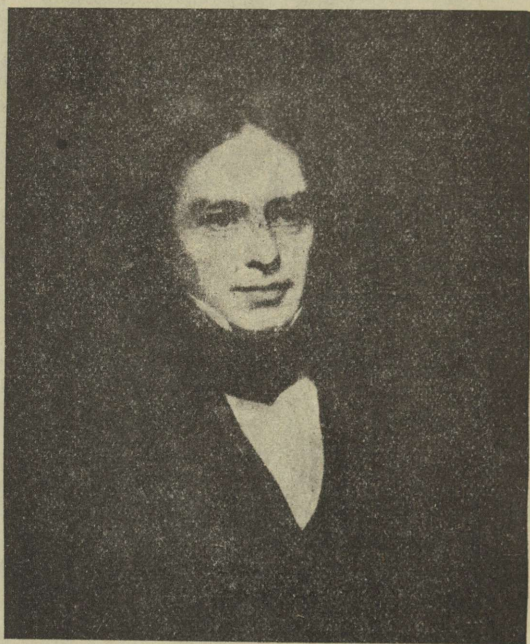


Pilt 2. Oersted.

abil, mida hääleks nimetatakse, elektriwoolu sünnitada, mis teisel kohal wõis õhku niisama wärisema panna — säääl uuesti häält sünnitada. Elektriwoolu abil oli siis ka wõimalik kauguse taha kõneleda. Nii oli 19. aastasaja wiimasel weerandil elektriwool juba hästi mitmekesiselt ja ka laialt tarwitusel. Kuid pääle elektriwoolu

on veel teisi elektri nähtusi, mida väga kasulikult tarvitada võib.

Aastal 1887 leidis sakslane Hertz, et nõndanimetatud wõnkuwa elektriwoolu ümber iseäralised laened on, nagu hääle laened wõnkuwa kandlekeele ümber. Üheksa aastat pärast seda hakkas itallane Marconi



Pilt 3. Faraday.

neid elektri laeneid traadita telegraferimiseks tarvitama. — Aastal 1895 leidis sakslane Röntgen, et elektri abil iseäralisi kiiri saab sünnitada, mis puust, riidest, lihast jne. läbi pääsewad.

Kui möödaläinud aastasajal elektriwoolu abil palju imesid ära on tehtud, siis võib käesolewal aastasajal elektri laente ja kiirte abil wahest veel rohkem imesid teha.

Viimase kümne aasta sees ongi juba elektrilaente abil häält kauguse taha saatma hakatud, nii et praegu traadita telegrafi kõrval juba ka traadita telefoni tarvitatakse. Wähemalt elektrilaente ja -kiirte aastasajaks wõib 20. aastasada wist küll nimetada.

Kui elektri nähtused meile juba igapäewases elus



Pilt 4. Hertz.

sagedasti silma puutuwad, siis tekib iseenesest tahtmine neid nähtusi ligemalt tundma õppida.

II. Järgnemate tükikeste sisu.

Elektri nähtusi on väga mitmesuguseid. Aga suurem osa nendest on wähestest lihtsamatest nähtustest koos. Teadmisi on elektri nähtuste kohta määratu palju kogutud, kuid suuremalt osalt on korda läinud neid wähestesse lause-

tesse kokku wõtta. Siin järgnewad tükikesed kõnelewad nimetatud lihtsamatest nähtustest ja sisaldawad ka neid wäga paljude teadmiste wäheseid kokkuwõtteid. Need kokkuwõtted on sääls paksu kirjaga trükitud. Ei ole küll kerge igal kohal nendest wähestest lausetest määratu hulka üksikuid teadmisi wälja lugeda. Kuid keda asi huwitab, see wõib säält wähemalt mitmekordse lugemise ja järelmõtlemise teel kõiki neid teadmisi leida, mille pääl praegune elektri tarwitamine põhjened.

Kõigi küsimiste pääle ei maksa lugejal siit wastusi otsima hakata, sest praeguse aja teadus wõib näituseks kõige tuttawa ja kõige suurepäralisema elektri nähtuse — wälgu kohta ainult järgmist ütelda: „Pilwes ilmub elekter. See elekter tungib säält maa poole ja teiste pilwede poole, sest elekter tungib säält, kus teda on, igalepoole. Alles siis, kui ta tung wäga suureks läheb, wõib ta wiimaks läbi õhu maa sisse wõi ka teise pilwe sisse woolata, sest õhk takistab elektri läbiwoolamist suurel mōõdul. See õhujoon, kust elekter läbi woolab, — see elektriwoolu tee läheb helendawalt kuumaks, sest iga elektriwoolu tee läheb siis soojaks, kui elekter säält läbi woolab, ja nimelt seda soojemaks, mida raskemalt elekter sääls edasi pääseb. Äkitselt kuumaks läinud õhk tungib laiale ja sünnitab paugu, nagu iga muu plahwatus“. Siin tekib nüüd terve rida küsimisi, mille pääle praeguse aja teadmiste hulgas soowitawaid wastusi ei leidu. Küsimine: Kuidas ilmub elekter pilwesse? Wastus: Meie ei tea seda weel. — Küs.: Miks tungib elekter säält igalepoole, kus teda on? Wastus: Selle küsimise pääle ei saa wastata, sest elektri tungimine ongi õieti see, mille järele elektrit saab märgata. — Küs.: Miks takistab õhk elektri läbipääsemist suurel mōõdul? Wast.: Ei saa wastata; aga meie oleme seda alati tähele pannud ja nimetame sellepärast õhku elektri takistajaks. — Küs.: Mis on see elekter ise? Wast.: Ei saa otse lühidalt ütelda; meie tunneme hulka iseäralikka nähtusi, mis oma wahel ühenduses on ja mida elektri nähtusteks on hakatud

nimetama; kui neid nähtusi mõnes kohas märgatakse, siis öeldakse, et sääl elektrit on.

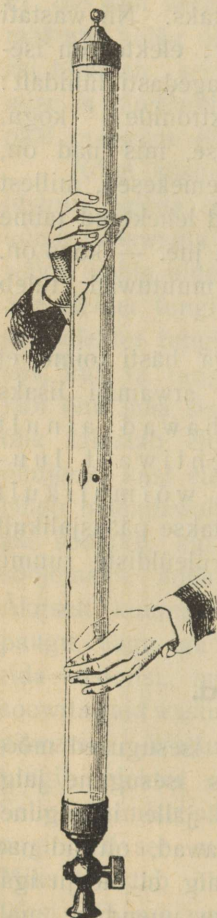
Kõigi nende ja teiste sellesarnaste küsimiste pääle wõiks wahest mõnusaids wastusi saada, kui teadmisi luulega ehitaks ja neile weel arwamisi abiks wõetaks. Nii wastati omalajal wiimase küsimise pääle lühidalt: elekter on iseäraline wedelik. Ka praegu wastatakse sagedasti lühidalt: elekter on iseäraliste kibemekeste — elektronide — kogu. Kui elektronide kohta weel edasi küsitakse, mis nad on, siis öeldakse: elektronid ongi need algkibemekesed, millest kõik kehad — kiwid wälja pääl, wärwilised lehekesed taime õies, hallid osakesed inimese pääajus jne. jne. — koos on. Kuid mõne aja pärast, kui arwamised muutuwad, tuleb wahest juba teisiti wastata.

Nende ridade kirjutaja ei saa sellega hästi toime, et teadmisi luulega ehtida ja neile ajutisi arwamisi lisaks wõtta. Järgnewad tükikesed tahawad ainult neid teadmisi sisaldada, mis ehtiwast luulest ja ajutistest arwamistest wõimalikult wabad on. Niisuguseid teadmisi kogutakse pääasjalikult mõõtmise teel. Elektri mõõdud on aga üleüldiste ruumi, tungi ja jõuu mõõtude järele walitud.

III. Üleüldised mõõdud.

Endisel ajal oliwad pea igal rahwal isesugused mõõdud. Nii oli Saksamaal pikkusemõõduks isesugune jalg, Prantsusemaal isesugune ja Inglisemaal jälle isesugune. Nagu nende pikkusemõõtude nimed näitawad, oliwad nad kõik inimese jala järele wõetud, aga jalg ei ole ju igal inimesel ühepikune. Prantsusemaa suure uuenduse ajal, 18. aastasaja lõpul, taheti ka wanale mõõtude segadusele lõpp teha. Wõeti uued pikkuse ja ainehulga mõõdud tarwitusele. Neid mõõtusid tarwitab praegu suurem osa haritud ilma.

Pikkuse mõõduks võeti **meter** (m).¹⁾ Ta pidi $\frac{1}{4000000}$ maakera ümbermõõtu olema. Meie mõõtude järele on ta ligi pool sülda. Vähem pikkusemõõt on $\frac{1}{100}$ meetrit ehk üks tsentimeter (cm).



Pilt 5. Langemine õhuta ruumis.

Ainehulga mõõduks võeti **gramm** (g). Ta pidi ühe kubiktsentimetri (kub. cm) wee ainehulk olema. Suurem ainehulgamõõt on 1000 grammi ehk üks kilogramm (kg). Ühesuurusteks loetakse neid ainehulkasid, mida selleks ühetugewuselt lükata tuleb, et nad ühekiirelt liikuma hakkaksivad. Näituseks tuleb ühte kub. cm elawhõbedat niisama tugewasti lükata kui 13,6 kub. cm wett, et need kaks ainehulka ühekiirel edasi liikuma hakkaksivad. Ühes kub. cm elawhõbedas on siis niisama palju ainet kui 13,6 kub. cm wees.

Kõik kehad tungiwad ise allapoole liikuma — langema. See on raskuse tung. Õhuta ruumis on iga langema hakanud keha kiirus 981 tsentimetrit sekundis, kahe sekundi pärast $2.981 = 1962$ tsentimetrit sekundis, kolme sekundi pärast $3.981 = 2943$ tsentimetrit sekundis jne. Sellepärast langewad torus, kust õhk wälja on pumbatud (pilt 5), haawlitera ja udusulgu ühtemoodi. Selle järele, et kõik kehad õhuta ruumis ühtemoodi langewad, peab kahegrammilisel kehal raskusetung ühegrammilise omast kaks korda suurem olema,

1) Mõõtude nimesid tähendatakse sagedasti lühiduse jaoks üksikute tähtedega, nagu siin nime taga klambrites on näidatud.

kolmegrammilisel kehal kolm korda suurem jne. Sest kahegrammilist keha tuleb ju kaks korda tugewamini ja kolmegrammilist kolm korda tugewamini lükata, et nad niisama kiirelt liikuma hakkaksiwad kui ühegrammiline. Sellepärast wõib iga keha ainehulka tema raskuse järele mõõta. Nii tarwitataksegi raskuse mõõtudeks ka ühe grammi ja ühe kilogrammi raskust. Aga üks gramm ei ole mitte igalpool üheraskune, waid on maakera poluste pool ja madalamates kohtades raskem ja ekwatori pool ja kõrgemates kohtades kergem. Sellepärast tarwitatakse teaduses teisi mõõtusid raskuse jaoks ja ka kõigi teiste tungide jaoks, mille mõjul kehad liikuma hakkawad. Tungimõõduks on **düün** wõetud. See on tung, mille mõjul üks gramm ühe sekundi jooksul kiirust ühe tsentimetri sekundis juurde saab. Sellega on ühe grammi raskus 981 düüni, sest ühegrammiline keha saab ju langedes igal sekundil kiirust 981 tsentimetrit sekundis juurde. Suureks tungimõõduks on 100000 düüni, see on tung, mille mõjul üks kilogramm ühe sekundi jooksul kiirust ühe metri sekundis juurde saab. Ühe kilogrammi raskus on 9,81 suurt tungimõõtu, ühe naela raskus umbes 4 suurt tungimõõtu ja ühe solotniku raskus umbes 4000 düüni.

Kui mõnda keha üles tõstetakse, siis kulutatakse jõudu ja nimelt seda rohkem, mida raskem see keha on ja mida kõrgemale teda tõstetakse. Seda jõuu hulka, mis ühe kilogrammi ühe metri wõrra kõrgemale tõstmiseks kulub, tarwitatakse sagedasti jõuuhulgamõõduks ja nimeatakse kilogrammimetriks (kgm). Et kilogramm igalpool üheraskune ei ole, sellepärast tarwitatakse teaduses jõuuhulgamõõduks **dshouli** (j)¹⁾, see on jõuuhulk, mis selle keha ühe metri wõrra kõrgemale tõstmiseks kulub, mille raskus üks suur tungimõõtu on. Selle järele on üks

1) Mitmete mõõtude nimed on sellekohaste teadusemeeste nimedest wõetud. Nii tuleb dshoul teadusemehe Joule (loetakse dshoul) nimest ja watt teadusemehe Watt'i nimest.

kilogrammimeter 9,81 dshouli ja ühe dshouli jõuga saab weerand naela ainult umbes poole sülla kõrguseni tõsta. Jõuu mõõtmisel on alati leitud, et jõudu hulga poolest ei kao ega teki. Jõud wõib küll kuju poolest muutuda wõi teise kohta edasi minna, aga **jõuu hulk on jäädaw.**

Jõumasinade, jõuuloomade ja muude jõuuhallikate juures kõneldakse nende jõu suurusest. Mida rohkem jõudu mõni jõuuhallik iga üksiku sekundi jooksul wõib töötegemiseks kulutada, seda suuremaks loetakse tema jõudu. Jõu suuruse mõõduks on **watt** wõetud. See on niisuguse jõuuhallika jõu suuruse, kust igal sekundil ühe dshouli jõudu saab töötegemiseks kulutada. Suuremad jõu suuruse mõõdud on 100 watti ehk hektowatt ja 1000 watti ehk kilowatt. Sagedasti tarwitatakse jõu suuruse mõõduks ka hobusejõudu. Üheks hobusejõuks loetakse niisuguse jõuuhallika jõu suurust, kust igal sekundil 75 kilogrammimetrit jõudu saab töötegemiseks kulutada. Selle järele on üks hobusejõud 75.9,81 ehk 736 watti.

IV. Tungijooned.

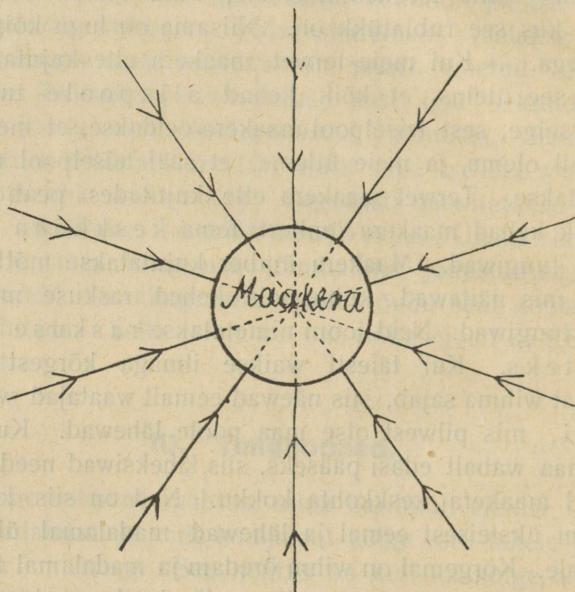
Kõige esimene nähtus, mida harilikult elektri seletamisel näidatakse ja mida ka ajalool kõige esiti tähele pandi, on elektri tung. See nähtus on küll ka kõige tähtsam elektri nähtuste hulgas; ta on nagu kõigi teiste elektri nähtuste hing. Kes siis elektri nähtusi tahab tundma õppida, see peab kõigepäält elektri tungist hästi selge ettekujutuse omandama. Elektri tungil on jälle palju sarnadust raskuse tungiga. Sellepärast peaks juba enne elektri tungi tähelepanemist raskuse tungist selge ettekujutus olema.

See, et kõik kehad iseenesest allapoole tungiwad, on meil kõikidel wahest ülearugi tuttaw. Niisama ka see, et näituseks kaks hõberubla tükki üheskoos kaks korda tugevamalt tungiwad kui üks. Aga et kehadel see raskuse tung kõrgematel kohtadel vähem ja madalamatel kohtadel

suurem on, nagu eelmises tükis on öeldud, seda ei saa mitte muidu näha, kui sellekohaste peenete mõõtmiste waral. Need mõõtmised näitawad, et näituseks hõbe rublatükk laua pääl vähem kaalub kui põrandal, maja ülemisel korral vähem kui alumisel korral, torni otsas weel vähem ja õhulaewal ikka seda vähem, mida kõrgemale õhulaew tõuseb. Selle järele peab ütleva, et hõbe rublatükil raskusetung mitte iseenesest ei ole, waid nimelt selle koha järele, kus see rublatükk on. Niisama on lugu kõigi teiste kehadega. — Kui meie terwet maakera ette kujutame, siis ei ole see ütetus, et kõik kehad allapoole tungiwad, enam selge, sest teiselpool maakera öeldakse, et meie maakera all oleme, ja meie ütleva, et sääl teiselpool maakera all oldakse. Terwet maakera ette kujutades peab ütleva, et kõik kehad maakera ümbert tema keskkoha poole kokku tungiwad. Maakera ümber kujutatakse mõttes neid jooni, mis näitawad, kuhupoole kehad raskuse mõjul liikuma tungiwad. Neid jooni nimetatakse raskusetungijoonteks. Kui täiesti waikse ilmaga kõrgest pilwest jämedat wihma sajab, siis näewad eemalt waatajad wihmajooni, mis pilwest otse maa poole lähewad. Kui wihm läbi maa wabalt edasi pääseks, siis läheksiwad need wihmajooned maakera keskkoha kokku. Nad on siis kõrgemal rohkem üksteisest eemal ja lähewad madalamal üksteisele ligemale. Kõrgemal on wihm õredam ja madalamal tihedam. Aga see wahe on õige wäike, nii et silm teda mitte ei seleta. Sellekohase rehkenduse järele wõib ütelda, et selle sama aja jooksul, mil maapinnal mõne wihmawarju pääle üks miljon piiska langeb, säälsamas kolme wersta kõrgusel ülewal niisama suure wihmawarju pääle paljalt 999 tuhat piiska langeks. Niisugused wihmajooned annawad raskusetungijoonest selge pildi. Raskusetungijooned lähewad maakera keskkoha poole kokku. Maapinna ligidal on nad tihedamalt koos kui kõrgemal.

Tungijooned näiwad neile, kes seda nime esimest korda kuulewad, päris ilmaegsed mõttekujutused olewat.

Aga õieti saab meie praeguse teadmise järele raskuse tungi ainult tungijoonte abil kõige lihtsamalt täielikult ette kujutada. Nimelt on leitud, et raskuse **tung sääl tugevam on, kus tungijooned tihedamalt koos on, ja nimelt nii mitu korda tugevam, kui mitu korda tihedamalt tungijooned sääl koos on.** Pildi 6. järele wõib siis kohe ütelda, et raskuse tung maa-



Pilt 6. Raskuse tungijooned.

pinnast kaugemal vähem on, ja geometria tundja wõib ka wälja arwata, kui palju ta kuskil kohal vähem on. Selle järele, mis wihma tiheduse kohta on öeldud, peab tuhandekilogrammiline keha kolme wersta kõrgusel ainult nii palju kaaluma kui 999-kilogrammiline keha maapinnal. Kui meie tungijooni ette kujatame, siis ei ole meil mitte ainult see siht silmade ees, kuhupoole kehad liikuma tungiwad, waid ka see, kui tugevasti nad liikuma tungiwad.

U. Elektri tung.

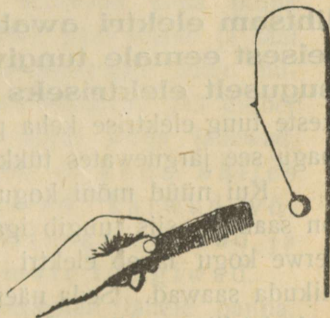
Päale raskuse tungi on weel teisi tungisid, mille mõjul kehad liikuma hakkavad ja mida tungijoonte abil saab täielikult ette kujutada. Üks niisugune tung on elektri tung. Seda tungi näitab pilt 7.



Pilt 7. Hõõrutud merewaigu tükk.

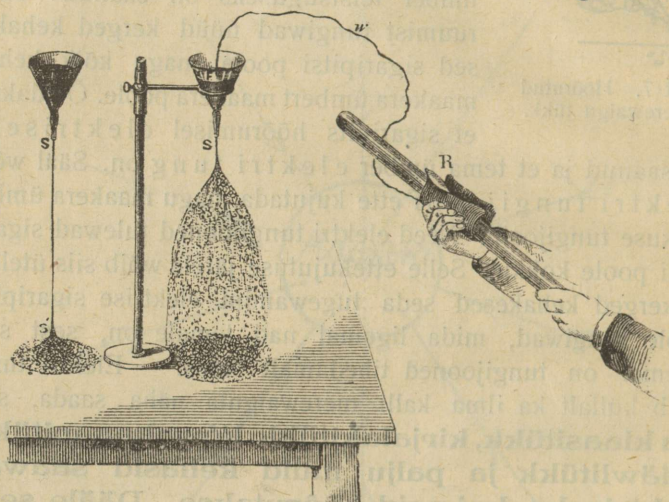
Merewaigust sigaripitsi on willase riide vastu hõõrutud. Hõõrumisel on sigaripits nii muutunud, et ka ruum tema ümber teistsuguseks on saanud: säält ruumist tungiwad nüüd kerged kehakesed sigaripitsi poole, nagu kõik kehad maakera ümbert maakera poole. Öeldakse, et sigaripits hõõrumisel elektriseks on saanud ja et tema ümber elektri tung on. Säält võib elektri tungijooni ette kujutada, nagu maakera ümber raskuse tungijooni. Need elektri tungijooned tulewad sigaripitsi poole kokku. Selle ettekujutuse järele võib siis ütelda, et kerged kehakesed seda tugewamini elektrise sigaripitsi poole tungiwad, mida ligemal nad temale on, sest säält ligemal on tungijooned tihedamalt koos. — Elektri tungi võib küllalt ka ilma kalli merewaiguta näha saada, sest iga klaasitükk, kirjalakitükk, kôwakummitükk, wäawlitükk ja palju muid kehasid saawad elektriseks, kui neid hõõrutakse. Dääle selle võib iga keha weel mitmel muul teel elektriseks teha.

Kui elektrine keha mõne teise kehaga kokku puutub, siis saab ka see teine keha elektriseks. Selle kohta öeldakse, et elektrises kehas elektrit on, mis kahe keha kokkupuutumisel ühest kehast teise võib minna. Seda elektri üleminekut näeme pildil 8. Kummist kammi on



Pilt 8. Elektrine kamm.

läbi juuste tõmmatud või willase riide vastu hõõrutud ja ta siis siidiniidi otsas rippuwa korgitüki ligidale pandud. Korgitükk on siis elektritungi mõjul kammi külge jooksnud ja sääl ise ka elektriseks saanud. Sellel pildil ei ole mitte kergeid kehakesi näha, mis kammi ja korgi poole tungiksid ja sellega näitaksivad, et kammis ja korgis elektrit on. Siisgi on pildi pääl selgesti näha, et kamm ja kork elektrised on. Sääl on nimelt näha, et kork kammist eemale tungib ja **see ongi kõige**



Pilt 9. Elektrine liiw.

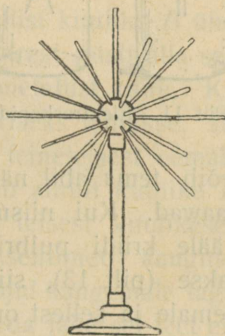
lihtsam elektri awaldus, et need kehad üksteisest eemale tungiwad, mis milgi teel ühesuguselt elektriseks on saanud. Kergete kehakeste tung elektrise keha poole on juba keerulisem nähtus, nagu see järgnewates tükkides selgub.

Kui nüüd mõni kogu kehasid ühesuguselt elektriseks on saanud, siis tungib iga üksik keha teistest eemale ja terve kogu läheb elektri mõjul laiale, kui üksikud kehad liikuda saavad. Seda näeme pildil 9. Sääl woolab kahest trehtrist liiwa wälja. Ühest trehtrist woolab liiw kitsa joo-

nenä otse alla, kuna teise trehtri liiw laialie läheb ja wihmana alla langeb, sest et ta traadi W kaudu sel teel elektriseks on saanud, et nahaga R klaaspulka on hõõrutud. See liiwa elektriseks saamine on iseenesest kaunis keeruline nähtus. Kui aga liiwatrad elektrised on, siis tungiwad nad üksteisest otse eemale. Iga liiwatera ümber wõib elektri tungijooni ette kujutada. Need lähewad liiwatera küljest igalepoole laiale. Liiwatera ligidal on nad tihedamalt koos kui eemal kaugemal, sellepärast tungiwad ka liiwatrad üksteisest seda tugewamini eemale, mida ligemal nad üksteisele on.

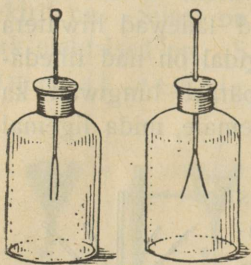
Liiwatera ümber on ikka kaunis raske neid elektri tungijooni ette kujutada, sest sääl ei ole neid kerge silmanähtawaks teha. Mõne suurema keha ümber oleks see juba hästi wõimalik. Kui näituseks mõne metallist kuuli külge väga õhukesest paberist narmad on kleebitud, see kuul klaasist jala otsa seatud ja siis elektriseks tehtud (pilt 10), siis lähewad narmad kuuli ümber kiirte kujul laiale ja näitawad sääl elektri tungijooni, nagu wihma jooned maakera ümber raske tungijooni. Wähesel möödul näitawad elektri tungijooni ka tolmukibemed, mis elektrise keha küljes juhtuwad olema: nad seisawad keha pinna pääl püsti. Kui inimene klaasist aluse pääl seisab ja sääl tema kehasse elektrit juhitakse, siis tõusewad tema ihukarwad keha pinnal püsti ja juuksed näitawad pää ümber elektri tungijooni, mis säält kiirte kujul wälja lähewad. Kõik need nähtused tulewad sellest, et keha küljes olewad narmad, tolmukibemed, karwad wõi juuksed kehaga ühes elektriseks saawad ja siis kehast ja üksteisest eemale tungiwad.

Kui elektri tungi tahetakse peenemalt tähele panna, siis tarwitatakse selleks iseäralisi riistu. Kõigepäält



Pilt 10. Elektrised paberinarmad.

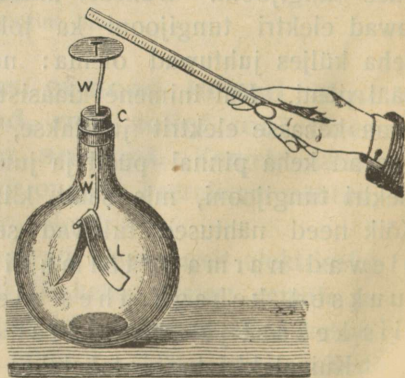
peab selleks riist olema, et järele waadata, kas mõnes kehas elektrit on. Niisugust riista nimetatakse elektroskoopiks ehk elektriwaatajaks. Harilikult on ta pudelist tehtud, kuhu läbi korgi metallist pulk pooleni sisse on seatud. Pulga alumise otsa küljes ripuvad kaks kergest metallist



Pilt 11. Elektroskoopid.

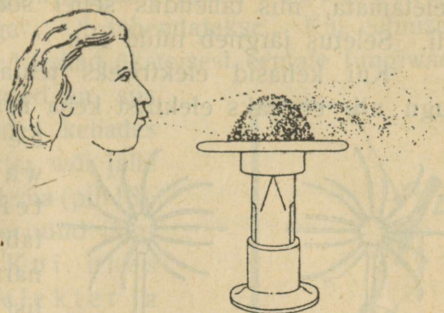
wõi ka paberist lehekest; pulga ülemises wälimises otsas on enamasti metallist kuulike wõi kettake (pilt 11). Kui mõne elektrise kehaga seda kuuli wõi kettast puudutatakse, siis lähewad rippuvad lehekesed laiale (pilt 12), sest nad saawad siis pulga kaudu elektriseks ja tungiwad elektri mõjul üksteisest eemale. Kui elektroskopi lehekesed hästi kerged on ja elektroskoop muidu ka hästi peenelt on tehtud, siis wõib tema abil näha, et kehad wäga kergesti elektriseks saawad. Kui niisuguse wäga tundliku elektroskopi ketta pääle kriidi pulbrit on pandud ja seda säält laiale puhutakse (pilt 13), siis lähewad kerged lehekesed üksteisest eemale ja sellest on näha, et kriidi pulber palja puhumise mõjul elektriseks on saanud.

Elektroskoop näitab küll seda, et mõnes kehas elektrit on, aga kui suur elektri tung selle keha ümber on, see jääb selgusetu. Et elektri tungi tugewust hästi peenelt ära mõõta, selle jaoks on iseäraline riist kokku seatud, mida keerkaluks nimetatakse. Alles keerkalu abil wõis seda selgeks teha, et elektritungi suurus tungijoonte tihedusega otse niisama ühen-



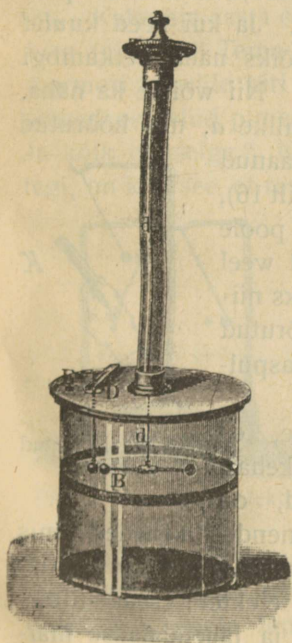
Pilt 12. Elektroskoop saab elektriseks.

duses on kui raskuse-
tungi suurus. Keer-
kaalu abil on ka wõi-
malik raskuse tungi
ja teisi sellesarnaseid
tungisid peenemalt tä-
hele panna. Elektri
tungi mõõtmise jaoks
on keerkaal järgmiselt
kokku seatud (pilt 14):
Pika peenikese traadi



Pilt 13. Kriidi pulber saab elektriseks.

d otsas ripub klaaspulgake, millel metallist kuulike *B* ühes
otsas on. Teine klaaspulgake on *D* juurest püsti alla sea-
tud ja kannab oma alumises otsas ka metallist kuuli. Kui
need kaks kuulikest ühesuguselt elektriseks tehtakse, siis
tunniwad nad teineteisest eemale.
Aga liikuda saab ainult kuulike *B*.
Kui ta alguses teisest kuulikesest
näituseks ühe tsentimetri kaugusel
oli ja elektri mõjul kaugemale taga-
nes, siis võib teda jälle sel teel en-
disele kohale seada, et traati *d*
ülemisest otsast sinnapoole kee-
r u t a t a k s e. Selle järele, kui palju
selleks traati keerutada tuleb, võibgi
leida, kui tugewasti need kaks kuu-
likest ühe tsentimetri kauguselt
teineteisest eemale tunniwad.



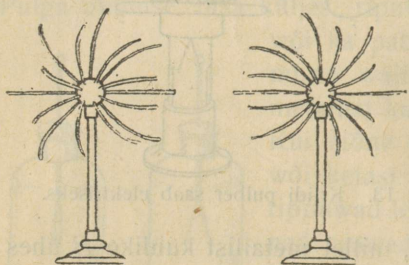
Pilt 14. Keerkaal.

VI. Positiivne ja negatiivne elektter.

Eelmises tükis on öeldud, et need
kehad üksteisest eemale tunniwad,
mis milgi teel ühesuguselt on
elektriseks saanud. Sää! jäi aga

seletamata, mis tähendus sellel sõnal „ühesuguselt“ sääl oli. Seletus järgneb nüüd siin.

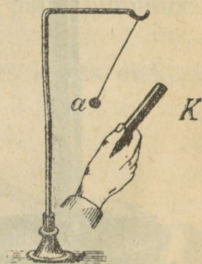
Kui kehasid elektriseks tehtakse, siis on sagedasti lugu nii, et kaks elektrist keha mitte teine teisest



Pilt 15. Paberinarmad on teise kuuli ümber teistsuguselt elektrised.

eemale ei tungi, waid koguni teine teise poole. Seda näitab pilt 15. Kaks paberinarmastega ehitud metallist kuuli on elektriseks tehtud. Narmad seisawad nüüd kiirte kujul nende ümber. Aga kummagi kuuli narmaste otsad on teise kuuli poole pööratud. Mida

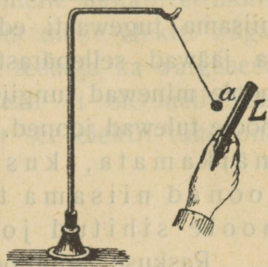
ligemale need kuulid teine teisele seatakse, seda rohkem pööravad ühe kuuli narmad teise poole. Ja kui need kuulid siidiniitide otsas ripuksiwad, siis wõiks näha, et kumbgi kuul kõige täiega teise poole tungib. Nii wõime ka näha, kuidas siidi niidi otsas rippuw kuulike a , mis hõõrutud klaaspulga K küljes elektriseks on saanud ja klaaspulgast eemale on tunginud (pilt 16), juba siis hõõrutud kirjalaki pulga L poole tungib (pilt 17), kui laki pulk temast weel kaunis kaugel on. See kuulike tungiks niisama ka hõõrutud kummi wõi hõõrutud wääwli poole, kuna ta hõõrutud klaaspulgast ikka eemale tungiks.



Pilt 16. Hõõrutud klaaspulk.

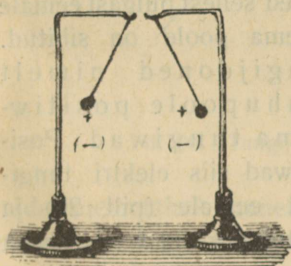
Nende nähtuste kohta öeldakse, et elekter kahesugune on: kahes kehas, mis teine teisest eemale tungiwad, on mõlemas ühesugune elekter, aga nendes kehaes, mis teine teise poole tungiwad, teises teistsugune. Hõõrutud klaasis on siis ühesugune elekter; seda nimetatakse positiwseks elektriks ja tähendatakse märkega „+“. Hõõrutud kirjalakis, kummis wõi

wääwliis on teistsugune elekter, mida negatiwseks nimetatakse ja märgiga „-“ tähendatakse. Kui eelmises tükis oli öeldud, et need kehad üksteisest eemale tungiwad, mis ühesuguselt elektrised on, siis tähendas see, et nendes kehaes kõigis positiwne elekter wõi jälle kõigis negatiwne pidi olema (pilt 18). Sellele ütelsele wõime nüüd järgmist juurde lisada: Kui ühes kehas positiwne elekter ja teises negatiwne on, siis tungiwad need kehad teine teise poole (pilt 19). Seda öeldakse lühemalt ka nii: **positiwselt elektrine keha ja negatiwselt elektrine keha tungiwad teine teise poole.**



Pilt 17. Hõõrutud kirjalaki pulk.

Kahesaja aasta eest elas Inglisemaal teadusemees Newton (njuton). Tema sündimise toa seina pääle olla pärast marmori tahwile kiri seatud: „Loodus ja looduse seadused oliwad peidetud pimedas öös. Jumal ütles: saagu Newton! Ja kõik oli selge.“ Kõige tähtsam asi, mis Newton selgeks tegi, on küll see, et raskuse tungijooned mitte ainult maakera

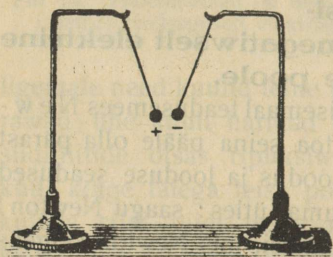


Pilt 18. Ühesugune elekter.

ümber ei ole, waid iga üksiku keha ümber. Ka päikese ümber, kuu ümber ja kõigi tähtede ümber on raskuse tungijooned. Iga keha tungib iga teise keha poole. See sulg, millega neid ridasid kirjutatakse, tungib maa poole, aga ta tungib ühtlasi ka kuu ja päikese poole. Kuid tema tung kuu ja päikese poole on wäga wäike, sest need tungijooned, mis kuu wõi päikese poole kokku lähewad, on siin meie juures weel wäga laiali. Kui meil wõimalik oleks kuu poole lennata, siis leiaksime maakera ja kuu wahel ühe koha, kus kehaedel raskust ei näi olewatgi:

sääl wõiksime ise paigal seista, ilma et meil kuhugi kukumist karta oleks, ja ka asjad, mis meie oma kõrwale paneksime, jääksiwad sääl nähtawalt paigale. Õieti on ka sääl kohal kehadel raskuse tung, aga nad tungiwad sääl niisama tugewasti edasi kuu poole kui tagasi maa poole ja jääwad sellepärast paigale. Sääl kohal on siis kuu poole minewad tungijooned niisama tihedalt koos kui maa poole tulewad jooned. Nii jääb iga tung sääl kohal märkamata, kus ühelepoole sihitud tungijooned niisama tihedalt koos on kui teiselepoole sihitud jooned.

Raskuse tungijoonete siht on iseenesest selge. Mitte nii ei ole lugu elektri tungijoonete sihiga: kuulike *a*, mis



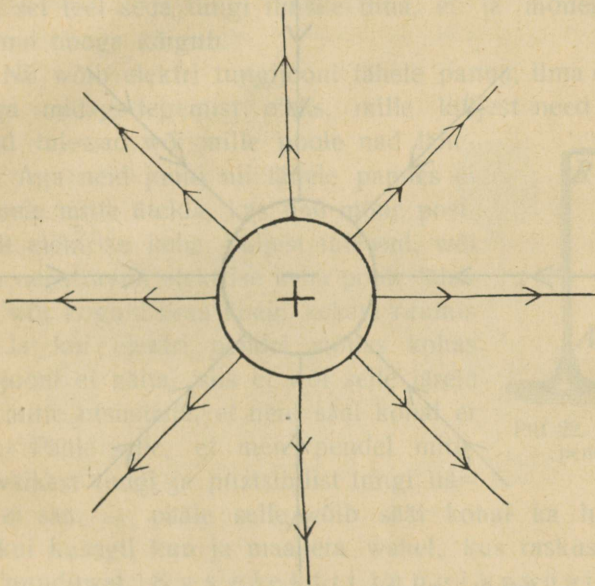
Pilt 19. Positiivne ja negatiivne elekter.

hõõrutud klaaspulga külge on puutunud (pilt 16), tungib sellest klaaspulgast eemale, aga korgitükk, mis hõõrutud kammi külge on puutunud (pilt 8), tungiks suure hooga selle klaaspulga poole. Ei ole siis mitte iseenesest selge, kas klaaspulga ümber elektri tungijooned sellest pulgast eemale wõi tema poole on sihitud.

Õeldakse, et elektri tungijooned nimelt sinnapoole on sihitud, kuhupoole positiivselt elektrised kehad liikuma tungiwad. Positiivselt elektrise keha ümber lähewad siis elektri tungijooned kiirte kujul sellest kehast eemale (pilt 20) ja negatiivselt elektrise keha ümber tulewad nad selle keha poole kokku (pilt 21).

Tungijoonete ettekujutust hakati alles hiljemal ajal tarwitama. Ja ka praegu ei ole see ettekujutus weel küllalt üleüldiseks saanud. Elektri tungijoonete ettekujutuse wõttis inglane Faraday tarwitusele ja teine Inglise teadusemees Maxwell tegi selle mõttepildi juba rohkem kui 50 aasta

eest täielikult valmis. See tungijoonte ettekujutus on elektri nähtustest arusaamist nii mitmekordselt kergendanud, et Maxwelli töö peaaegu niisama tähtis on kui Newtoni oma. Elektri tung on see, mis meile näitab, et mõni keha elektrine on, tema on see, mis meile elektri väga mitmekesise tarvitamise võimalikuks teeb ja ka valgusest arusaamist kergendab. Väga sagedasti ei ole meile see sugugi tähtis, missuguse keha ümber see elektri tung on,

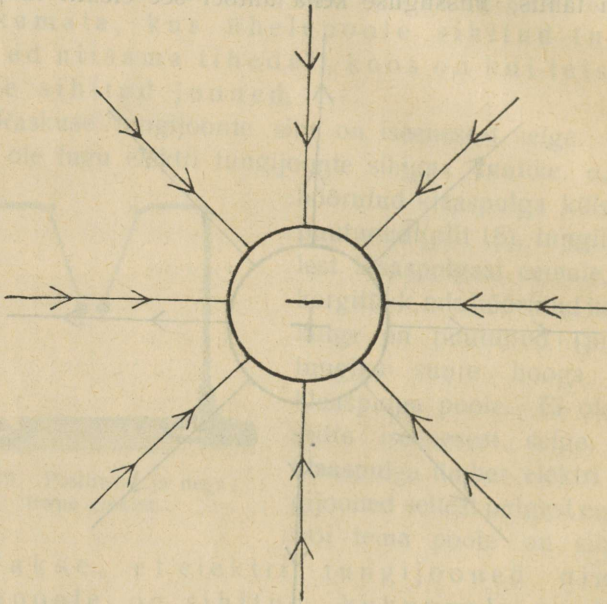


Pilt 20. Tungijooned positiivse elektri ümber.

mida meie tähele paneme või tarvitame. Sagedasti sünnitatakse tarvilikku elektri tungi mõnes kohas isegi ilma, et mõnda keha selleks tuleks elektriseks teha. Ja elektri tungi, seda wahest küll kõige tähtsamat elektri nähtust, saab alles tungijoonte abil kõige lihtsamalt täielikult ette kujutada.

Kes enne on elektri nähtusi harjunud teisiti ette kujutama, nii et mitte kõigepäält elektri tungi ei ole silmas

peetud ja elektri tungijooni wahest sugugi tarwitatud, neil wõib küll esiotsa raske olla kusagil kohal elektri tungi ilma selle elektrise kehata ette kujutada, mille ümber see elektri tung oleks, nagu raskuse tung maakera ümber. Sest tung näib ikka rohkem mõttes kujutataw, keha aga rohkem käega katsutawam olewat. Kuid elektri tungi on kerge siis vähemalt silmanähtawaks teha, kui ta mitte liig wäike



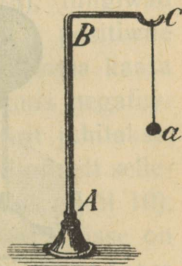
Pilt 21. Tungijooned negatiwse elektri ümber.

ei ole. Seda saab näituseks meile tuttawa elektri pendli abil (pilt 22), kus kerge kuulike a siidi niidi otsas klaasist jala ABC küljes ripub. See kuulike tuleb positiwselt elektriseks teha, näituseks sel teel, et teda hõõrutud klaaspulgaga puudutatakse. Kui nüüd pendli kuulike mitte otse alla ei ripu, waid kuhugipoole kõrwale hoiab, siis on silmanähtaw, et sääl kohal, kus pendel seisab, elektri tung on. Sellega, kuhupoole kuulike oma otseseisust kõrwale hoiab, näitab ta ka, kuhupoole elektri tungijooned sääl

kohal lähewad. Ja sellega, kui kaugele ta kõrwale hoiab, näitab ta osalt ka seda, kui tihedalt sääl kohal elektri tungijooned koos on. Peenemalt saab elektri tungijoonte olemist ja tihedust sellekohase keerkaalu abil (pilt 23) tähele panna. Kuulike keerkaalu pulga otsas tehtakse elektriseks ja lükatakse siis see pulga ots paremale- ja pahemalepoole kõikuma. Kui elektri tung nii wäike on, et seisew kuulike tema mõjul paigast ei nihku, siis wõib kõikuw kuulike ometi sel teel seda tungi ilmsile tuua, et ta mõnelepoole suurema hooga kõigub.

Nii wõib elektri tungijooni tähele panna, ilma et selle kehaga midagi tegemist o'eks, mille küljest need tungijooned tulewad wõi mille poole nad lähewad. Aga neid jooni nii tähele pannes ei saa meie mitte ütelda, kas nad mõne positiwsele elektrise keha küljest tulewad, wõi mõne negatiwsele elektrise keha poole lähewad, wõi koguni ilma ühegi kehata ruumis on. Ja kui elektri pendel mõnes kohas tungijooni ei näita, siis ei wõi selle järele weel mitte otsustada, et neid sääl kohal ei olegi. Pääle selle, et meie pendel mitte liig wäikest tungi ja püstsihilist tungi näidata ei saa, — pääle selle wõib sääl kohal ka lugu nii olla kui kusagil kuu ja maakera wahel, kus raskuse tung näib puuduwat: Kus elektri tungi sugugi märke ei ole, sääl on wahest ühelepoole minewad tungijooned niisama tihedalt koos kui teised tungijooned, mis nende otse wastu tulewad.

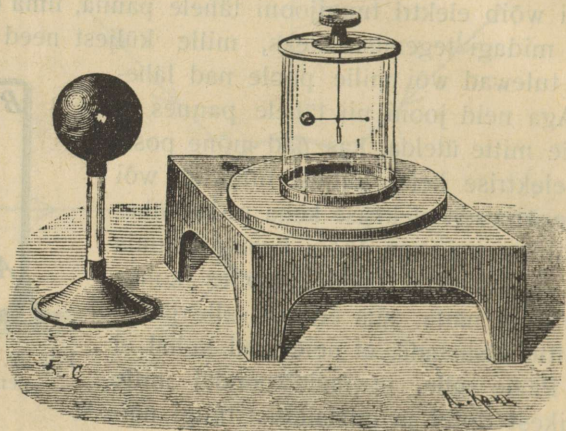
Elektri tungijoonte järele wõib positiwset ja negatiwset elektrit järgmiselt ära määrata. Kui elektri tungijooned mõnes kohas algawad, siis öeldakse, et sääl kohal positiwset elektrit on. Kui elektri tungijooned mõnes kohas lõpewad, siis öeldakse, et sääl kohal negatiwset elektrit on.



Pilt 22. Elektri pendel.

VII. Elektri edasilaskjad ja takistajad.

Kui kiwi maast üles tõstetakse, siis tunneb tõstja oma käega selgesti, et kiwi allapoole tagasi tungib. Tuleb nüüd füüsika tundja ja hakkab seletama, et kiwi nimelt sellepärast allapoole tungib, et sääl kohal raskuse tungijooned tihedalt koos on, siis ei saa kiwi tõstja sellest just mitte hästi aru. On ju ometi kiwi see, mis tungib, mis on sääl siis kohaga weel tegemist. Alles siis, kui kiwitõstjale küllalt usutawalt seletatakse, et kiwi kõrgel



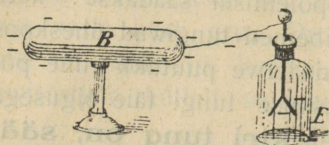
Pilt 23. Keerkaal elektri tungijoonte jaoks.

ülewäl kergem on ja et ta mõnes kohas mitte sugugi raske ei ole, — alles siis võib selguma hakata, et kiwi tungil mitte ainult kiwiga, waid ka kohaga tegemist on. Aga siis ei o'e ka enam mingit põhjust füsikamehele seda keelata, et ta igas kohas jooni ette kujutab, mis näitawad, kuhupoole kiwi sääl liikuma tungib ja et ta neid jooni raskuse tungijoonteks nimetab. Niisama võib küll füsikamehele lubada, et ta elektri wõi weel mõne muu tungijoonest kõneleb. Aga selle juures peab kuulajal ikka tingimata selge olema, mis asi sääl kohal liikuma tungib, kus mõni tung öeldakse olewat.

Kehade maa poole tungimist ligemalt tähele pannes on otsusele jõutud, et see nimelt kehade aine on, mis tungib. Sest kui kiwi ka otsatu peeneks tolmuks purustatakse, siis tungiwad kõik saadud tolmu kibemed üheskoos maa poole niisama tugewasti kui terve kiwi enne purustamist. Niisama on lugu ka selle suitsu, auru ja tuhaga, mis mõne puutüki ärapälemisel saadakse: kõik saadud suitsu, auru ja tuha kibemed tungiwad üheskoos maa poole niisama tugewasti kui terve puutükk enne põlemist. Sellepärast võib ka raskuse tungi täie õigusega ainetungiks nimetada. **Kus elektri tung on, sääl on nimelt elekter see, mis liikuma tungib.** Kehad, mis positiwsest elektrised on (pilt 18), tungiwad sellepärast teine teisest eemale, et ühe keha positiwne elekter teise omast eemale tungib ja terwet keha kaasa tõmbab. Niisama on lugu nende kehadega, mis negatiwsest elektrised on. Kui inimese kehasse elektrit juhitakse, siis lähewad selle inimese pää ümber juuksed nimelt sellepärast kiirte kujul laiale (nagu paberist narmad pildil 10), et need elektri natukesed, mis iga juuksekarwa sisse on tulnud, üksteisest eemale tungiwad ja juuksekarwasid kaasa tõmbawad. Niisama pöörwad positiwsest elektriste narmaste otsad nende poole, mis negatiwsest elektrised on (pilt 15), nimelt sellepärast, et positiwne elekter ja negatiwne elekter teine teise poole tungiwad. Ja ka elektri pendel (pilt 17, 18) võib meile elektri tungijooni ainult sellepärast silmanähtawaks teha, et pendli kuulikese positiwne elekter sinnapoole tungib, kuhu tungijooned lähewad, ja kuulikest sinnapoole kaasa tõmbab. Kui pendli kuulikeses negatiwne elekter oleks, siis läheks kuulike teiselepoole kõrwale, sest negatiwne elekter tungib sinnapoole, kust elektri tungijooned tulewad.

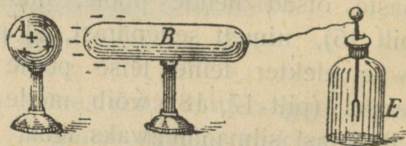
Paljas ütetus, et nimelt elekter liikuma tungib ja kehasid kaasa tõmbab, — see paljas ütetus ei ole mõtlejale kuulajale palju wäärt. Seda elektri enese tungi peaks kuidagi oma silmaga nägema. Aga selleks on muidugi

tarwis kõigepäält elektrit ennast näha. Kui elekter paigal seisab, siis saab teda praeguse aja teadmiste järele ainult tungijoonte kaudu näha: kust elektri tungijooned algavad, sääl on positiivne elekter, ja kuhu nad lõpewad, sääl negatiivne. Elektri oma tungimist saab selgesti



Pilt 24. Negatiivne elekter on laiali.

sääl näha, kus elekter nii saab edasi liikuda, et ta mitte mõnda keha kaasa ei tõmba. Niisugust juhtumist näitawad pildid 24 ja 25. Metallist keha *B* on klaasjala pääle seatud ja metallist traadi läbi elektroskopi *E* ühendatud. Keha *B* ja elektroskopi warras on üheskoos negatiivselt elektriseks tehtud. Elektri pendel näitaks, et elektri tungijooned keha *B* külge ja elektroskopi warda külge kokku tulewad. Pääle selle näitawad ka warda otsas rippuwad lehekesed oma laiaseisuga, et nad elektrised on (pilt 24). Kui nüüd mõni teine keha *A* positiivselt elektriseks tehtakse ja parajale kohale keha *B* ligidale seatakse, siis wajuwad elektroskopi lehekesed kokku (pilt 25), mis näitab, et elektroskopist elekter ära on läinud. Niisama näitaks elektri pendel ka, et keha *B* parempoolse otsa ümber elektri tung õige wäikseks on jäänud, kuna ta pahempoolse otsa ümber hästi suuremaks on läinud: negatiivne elekter



Pilt 25. Negatiivne elekter on pahemalepoole kokku läinud.

on elektroskopist ja keha *B* paremast otsast selle keha pahemasse otsa läinud, kus ta keha *A* positiivsele elektrile kõige ligemal on. Sellest on näha, et **negatiivne elekter ise positiivse elektri poole tungib**. Kui keha *A* ära wiidakse, siis lähewad elektroskopi lehekesed jälle laiale ja keha *B* mõlemad otsad saawad endist wiisi elektriseks (pilt 24): ühte otsa kokku tulnud elekter läheb

tagasi laiale. Sellest on näha, et negatiivse elektri raasukesed ise üksteisest eemale tungivad. Niisama oleks lugu muidugi ka siis, kui keha B positiivselt elektriline oleks ja keha A negatiivselt: **positiivne elekter läheks ise negatiivse elektri poole ja tungiks ise laiale.**

Siin tekib nüüd küsimine: kui negatiivne elekter ise positiivse poole tungib, miks ei lähe ta siis keha B pahempoolsest otsast välja keha A poole, või miks ei tule säält positiivne elekter välja negatiivsele vastu? Selle küsimise pääle ei teata praegu muud wastata, kui ainult kinnitada, et siimaalsete tähelepanekute järele **elekter läbi metallide ja läbi söe kergesti edasi pääseb, kuna õhk, klaas, siid, kumm ja portsellan tema edasiminekut suurel mõõdul takistavad.** Sellepärast nimetatakse metallisid ja sütt elektri edasilaskjateks ja õhku, klaasi, siidi, kummi ja portsellani elektri takistajateks. Ka niiske paber, niiske puu, niiske maa ja inimese keha lasewad elektriit edasi.

Tähelepanelikul lugejal võis eelmisi tükikesi lugedes hulk küsimisi tekkida, mille pääle säält wastusi ei leidunud: miks oli säält sagedasti metallistest kehadest juttu? Miks pidiwad need kehad ikka klaas jalgade otsas seisma? Miks pidi elektri pendli kuulike nimelt siidi niidi otsas rippuma? jne. jne. Siin ülesloetud küsimiste pääle on nüüd wastused käes. Metallist kehad oliwad sellepärast tarwilikud, et nemad üleni elektriseks saawad, kui nad ühest ainsast kohast elektriseks tehtakse, sest nendes pääseb elekter edasi. Klaasist jalad ja siidi niit oliwad jälle selleks tarwilikud, et elekter mõnest metallisest kehast või elektri pendli kuulikesest mitte välja ei pääseks.

Elektritungi ja elektrit on meil ainult sellepärast korda läinud väga mitmesugusteks otstarbeteks tarwitama hakata, et meil elektri edasilaskjad ja elektri takistajad kehad käepärast on. Sest elektrit tarwitatakse peaaegu ainult sel teel, et ta mõnda kohta kokku

aetakse ja säält traatisid mööda teise kohta woolata lastakse, kus siis nimelt see woolaw elekter kirjamärkisid teeb, masinaid käima paneb wõi ka häält, soojust wõi walgust sünnitab. Wist on küll igaüks telegrafi- wõi telefonitraatisid näinud. Nad on enamasti teede äärde postide otsa üles seatud. Aga nad ei ole mitte otse postide külge naelutatud, waid iseäraliste portsellanist aluste külge kinnitatud. Neid traatisid mööda lastakse elektrit kirjamärkide tegemiseks wõi jälle hääle sünnitamiseks ühest jaamast teise woolata. Portsellanist alused ei lase elektrit enne teise jaama jõudmist postide kaudu maa sisse laiale minna. Selle kohta öeldakse ka, et portsellanist alused telegrafi- wõi telefonitraatisid postidest ja maast eraldawad ehk isoleriwad. Sellepärast nimetatakse elektri takistajaid kehasid ka eraldajateks ehk isolatoriteks.

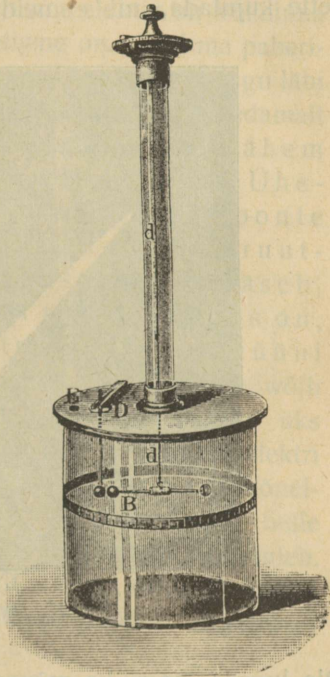
Kus telegrafi- wõi telefonitraatisid tarwis on üle mere seada, sääl ei saa neid mitte postide otsa riputada. Sääl lastakse traadid mere põhja. Et elekter nendest traatidest mitte mere wee sisse wõi mere põhja maa sisse ei pääseks, selleks kaetakse merepõhja lastud traadid kummiga. Nagu teede ääres postide otsas harilikult mitu traati koos on, nii lastakse ka mere põhja harilikult mitu traati üheskoos. Need mitu traati keerutatakse siis kokku üheks köieks ja terve köis kaetakse weel kummiga üle. Niisugust traatkõit nimetatakse kabeliks. Linnades, kus wäga palju telegrafi- wõi telefonitraatisid on, ühendatakse need traadid ka sagedasti kümnete kaupa kabeliteks kokku, mis siis maaalust mööda ühest kohast teise seatakse wõi ka postide külge riputatakse.

VIII. Elektri hulk.

Kui meie nüüd elektri tungi, elektrit ennast ja tema woolamist küllalt selgesti ette kujutame, siis peaksime weel ainult kolme küsimise pääle wastused leidma, ja kõige

tarwilikumad teadmised elektrist oleks meil käes. Need küsimised on: 1) kust saab elektrit? 2) kuidas saab teda mõnda kohta kokku ajada? ja 3) kuidas saab woolaw elekter liikumist ja soojust sünnitada? Et elekter ka kirjamärgisid teha ja häält ja walgust sünnitada saab, see oleks siis iseenesest selge, sest kirjamärgide tegemiseks on tarwis sulge wõi pliatsit liigutada, hääle sünnitamiseks jälle õhku liikuma panna ja walguse saamiseks mõnda keha helenduseni soojaks teha.

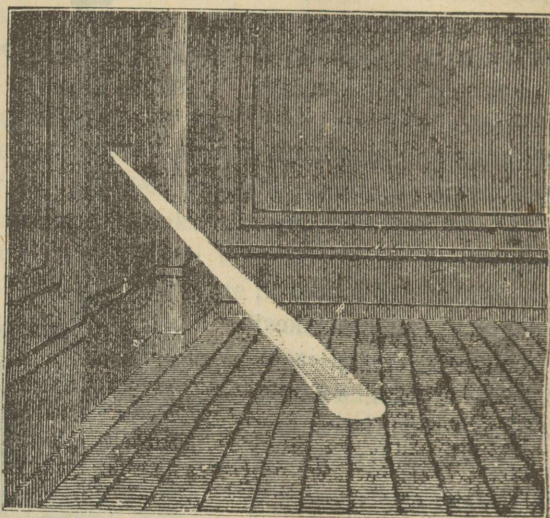
Elektri saamise kohta on sel teel selgusele jõutud, et seda elektri hulka, mis mõnes kehas on olnud wõi mis sinna on tulnud wõi säält mujale läinud, ära on mõõdetud. Elektri hulga mõõtmiseks tarwitatakse kahte mõõtu: paigalseiswa elektri jaoks wäikest mõõtu ja woolawa elektri jaoks suurt. Elektri hulga wäikeseks mõõduks loetakse seda elektri hulka, mis teisest niisamasugusest hulgast siis ühe düüni (waata III.) tugewusega eemale tungib, kui nad mõlemad tühjas ruumis on ja teineteisest ühe tsentimetri kaugusel seisawad. Kui näituseks keerkaalu klaas-



Pilt 26. Elektri hulga mõõdu äramääramine.

umast (pilt 26) õhk on wälja pumbatud ja liikuw kuulike *B* siis teisest kuulikesest ühe düüni tugewusega eemale tungib, kui nad mõlemad ühesuguselt elektrised on ja nende keskkohad teineteisest ühe tsentimetri kaugusel seisawad, siis öeldakse, et kummasgi kuulikeses üks wäike mõõt elektrit on. Nendes kuulikeses ei ole elekter küll

mitte nende keskohtades koos, aga elektri tungijooned on kuulikeste ümber kiirte kujul, nagu tuleksiwad nad nimelt kuulikeste keskohtadest (pilt 6). Tungijoonte hulga järele tulebgi paigalseiswat elektri hulka lugeda, sest ainult tungijoonte kaudu saab paigalseiswat elektrit näha, nagu eelmises tükis juba on öeldud. Aga sääl, kus elektri tung on, wõib neid tungijooni otsatu palju ette kujutada, nii et neid päris wõimata on üksikult



Pilt 27. Walgusekiirte kimp.

üle lugeda, nagu ka mõnest künla tulest wälja tulewaid walgusekiiri wõimata on üksikult üle lugeda. Sellepärast ei loeta ka tungijooni mitte üksikult, waid kimpude kaupa.

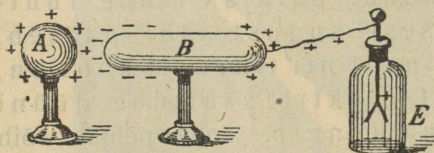
Tungijoonte kimbud on meile küll päris wõõrad, aga nende ettekujutamiseks wõiksime wahest õige kergesti ära harjuda, kui neid walgusekiirte kimpudega wõrdleme. Pilt 27 kujutab ühte walgusekiirte kimpu: pimedas toas seina sees on auk, mille läbi kimp päikese kiiri tuppa pääseb.

Wist on küll igaüks päikesepaistesel päewal kusagil katuse all wõi mujal pimedas ruumis päikesekiirte kimpusid tähele pannud. Iseäranis silmapaistwad on need kiirte kimbud tolmuga täidetud ruumis. Kui mul nüüd laua pääl elektrine kuul seisab ja ma selle kuuli ees paberilehte hoian, millel auk sees on, siis wõib küll ütelda, et selle augu läbi üks kimp neid elektri tungijooni läheb, mis kuuli seest kiirte kujul siis wälja tulewad, kui sääl positiwne elekter on wõi sinna siis kokku lähewad, kui sääl negatiwne on. Kui ma paberilehte kuulile ligemale sean, siis pääseb sellesama augu läbi suurem kimp tungijooni, sest sääl on nad tihedamalt koos. Kaugemal jälle pääseks sellesama augu läbi wähem kimp, sest sääl on tungijooned õredamalt koos. Ühemõõduliseks loetakse seda tungijoonte kimpu, mis sääl kohal parajasti ühe ruuttsentimetri suurusest august läbi pääseb, kus tungijooned nimelt nii tihedalt koos on, et üks wäike mõõt elektrit sääl ühe düüni tugewusega liikuma tungib. Selle põhjal wõib geometria tundja ütelda, et selle koha ümber, kus üks wäike mõõt elektrit on, umbes 12 ja pool kimpu elektri tungijooni leidub. Kui juba kimpude hulgast kõnelatakse, siis mõeldakse ikka ühemõõdulisi kimpusid. Selle järele on sääl, kust 25 kimpu elektri tungijooni wälja tuleb, 2 wäikest mõõtu positiwset elektrit; sääl, kuhu 50 kimpu tungijooni kokku läheb, 4 wäikest mõõtu negatiwset elektrit jne.

Nii on siis elektri hulga äramõõtmiseks tarwis ainult tungijoonte kimpude arwu leida. Kuid nende kimpude otsekohene ülelugemine nõuab geometria tundmist ja ka geometria tundjal on neid ainult kerakujuliste kehade ümber kerge üle lugeda. Sellepärast mõõdetakse elektri hulka harilikult kaudsel teel. Niisugust kaudset mõõtmist kergendab iseäranis see märkus, et sääl kohal, kus ühepalju positiwset ja negatiwset elektrit koos on, neid kumbagi märgata ei saa:

säält kohalt läheb ju otse niisama palju tungijooni välja, kui palju neid sinna kokku tuleb, nii et elektri pendli kuulike korraga ühetugewuselt säält eemale ja sinna poole tagasi tungib ja sellepärast paigale jääb.

Kõiki elektrihulga mõõtmiste otsusi võib järgmiseks lauseks kokku võtta: **Igas kehas on alati elektrit ja elektri üleüldine hulk on jäädaw.** Sest need mõõtmised on näidanud, et 1) elekter igas kehas võib ilmuda, ilma et ta mujalt sinna oleks tulnud, et 2) selle juures ühe korraga ühepalju positiwset ja negatiwset elektrit ilmub ja et 3) säääl, kus ühest kohast elektrit teise kohta läheb, teda pärast üleminekut mõlemas kohas kokku otse niisama palju on, kui ennegi. Seda näitab ka päliskaudselt pilt 28. Kehas *B* ei olnud elektrit märgata. Tema

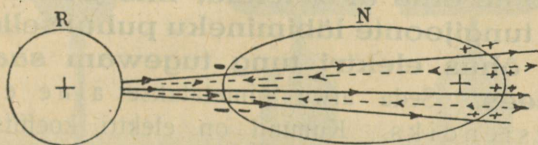


Pilt 28. Elektri lahkuminek.

pagema otsa ligidale pandi kuul *A*, milles positiwset elektrit oli. Siis ilmus kohe keha *B* paremas otsas positiwne elekter ja pahe-
mas otsas negatiwne, nagu seda ka elektroskoop *E* näitab. Kui elektrine kuul kehast *B* eemale wiidakse, siis kaob ka kohe elekter selle keha otsadest. Siin wõis ilmunud elekter juba enne keha *B* sees leiduda, aga ta jäi sellepärast nägemataks, et säääl ühepalju positiwset ja negatiwset elektrit segi oli. Kui nüüd kuulist *A* wäljatulewad elektri tungijooned keha *B* läbi läksiwad, siis tungis sääälne positiwne elekter selle otsa poole kokku, kuhu tungijooned läksiwad, ja negatiwne elekter teise otsa poole. Kui kuul *A* oma tungijoontega ära wiidi, siis tungisiwad mõlemad elektrid tagasi laiali, läksiwad segi ja saiwad jälle nägemataks. Selle järele ei oleks elektri ilmumine ilma mujalt tulemata muud kui positiwse ja negatiwse elektri lahkuminek.

Kui wäljaspoolt tulnud tungijoonte mõjul mõnes kehas elekter lahku läheb, siis ilmub lahkuläinud elekter nimelt

selle keha pinnal. Kui selles kehas elekter edasi pääseb ja keha ümbrus elektri edasiminekut takistab, siis on küll iseenesest arusaadaw, et positiwne elekter tungijooni mööda kuni keha pinnani läheb, kust ta enam edasi ei pääse, ja niisama ka negatiwne elekter keha teisele küljele. Siis wõib isegi ka lahkuminewa elektri hulka wälja arwata, kui aga nende tungijoonete arw teada on, mis elektri lahkuminekut toowad. Lahkuläinud elekter toob nimelt kehasse uusi tungijooni. Need lähewad sääl muidugi positiwse elektri poolt negatiwse poole, nii siis nendele tungijoonetele otse wastu, mis elektri lahkuminekut toowad. Seda näitab pilt 29, kus keha R tungijoonete mõjul keha N sees elekter on lahku läinud. Pildi pääl on paar uut tungijoonet näha; nad on sääl punktiliste kriipsudega ära tähendatud. Sääl



Pilt 29. Wanad ja uued tungijooned.

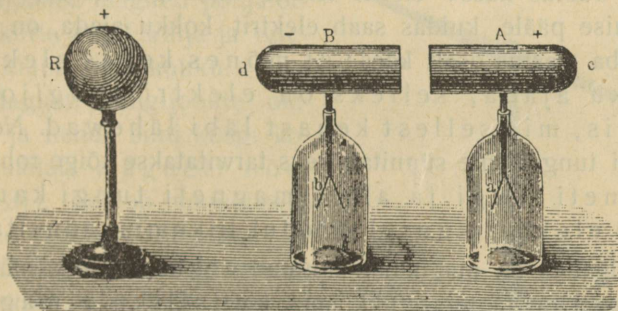
on ka näha, et need uued tungijooned keha N sees wana-
dele otse wastu on sihitud, kuna nad keha N ümber wana-
dega ühel sihil lähewad. Selle läbi wähendab lahkuminew
elekter nähtawat elektritungi keha sees ja suurendab teda
keha ümber. Elektri edasilaskjas kehas lõpeb
elektri lahkuminek muidugi alles siis, kui
sääl nähtawat elektritungi enam ei ole. Siis
peab aga keha sees nimetatud uusi tungijooni otse niisama
palju olema kui wanu.

Elektri takistajates kehaes ei saa elekter edasi liikuda.
Siisgi ilmub ka nende pinnal elekter, kui nendest elektri
tungijooned läbi lähewad. See nähtus ei järgne ühestgi
eelpool kirjeldatud nähtusest. Sellepärast ei saa ka selle
järele, mis eelpool on öeldud, weel midagi selle elektri
hulga kohta otsustada, mis wõõraste tungijoonete mõjul

mõne elektritakistaja pinnale ilmub. Ainult elektri jääda-
wuse põhjal peab ühekorraga ühepalju positiwset ja nega-
tiwset elektrit ilmuma. Sellekohased iseäralised mõõtmised
on näidanud, et ka siin mõne keha pinnale ilmuwat elektri
hulka saab wälja arwata, kui aga pääle nende tungijoonte
arwu, mis wäljaspoolt selle keha sisse tulewad, weel ka
seda teatakse, mis ainest see keha ise on. On nimelt
leitud, et kummitüki pinnale läbimინewate tungijoonte
mõjul alati nii palju elektrit ilmub, et kummitüki ümber
õhus nähtaw elektritung kaks korda tugewam saab, kui
kummi sees. Niisama ilmub wäawlitüki pinnale läbimine-
wate tungijoonte mõjul alati nii palju elektrit, et wäawli-
tüki ümber õhus elektri tung kaks ja pool korda tugewam
saab kui wäawli sees. **Nii on iga elektritakistaja
aine kohta oma arw leitud, mis näitab, mitu
korda tungijoonte läbimineku puhul selle aine
ümber õhus elektri tung tugewam saab kui
aine sees.** Seda arwu nimetatakse aine elektri
koefitsiendiks. Kummil on elektri koefitsient 2,
wäawlil 2,5, klaasil 3, petroleumil 2, piiritusel 27, weel
ligi 80 jne.

Et elektri edasilaskjas kehas läbimინewate tungijoonte
mõjul elekter lahku läheb ja keha pinnale ilmub, seda
saab kaunis kergesti ette kujutada. Elektritakistaja puhul
näib, nagu oleks peaaegu wõimata seda ette kujutada, et
elekter ka säääl, kus ta edasi liikuda ei saa, nii lahku minna
wõib, et positiwne elekter keha ühel küljel ja negatiwne
elekter wahest koguni kaugel eemal keha teisel küljel
ilmub. Siisgi katsutakse ka seda järgmiselt ette kujutada.
Elektri takistajas kehas ei saa küll elekter ühest aineosa-
kesest kergesti teise aineosakesesse edasi minna, aga ta
wõib iga aineosakese sees nii lahku minna, et selle aine-
osakese ühel küljel positiwne elekter ja teisel negatiwne
ilmub. Kui nüüd mõnest elektri takistajast kehast elektri
tungijooned pahemalt poolt paremale poole läbi lähewad,
siis ilmub selles kehas iga aineosakese paremal küljel

positiivne ja pahemal negatiivne elekter. Aga seda elektrit võib ainult keha pinnal märgata, kus paremal pool aineosakeste paremad küljed välja ulatawad ja pahemal pool nende pahemad küljed. Sest keha sees puutub iga aineosakese parem külg naabri osakese pahema küljega kokku, nii et ka sinna ilmunud positiivne elekter negatiivse elektriga kokku puutub ja sellepärast sääb elektrit märgata ei saa. Seda ettekujutust kinnitab järgmine nähtus. Keha AB lõigatakse pooleks (pilt 30), aga mõlemad pooled lükatakse kokku. Selle keha pahema otsa d ligidale pandakse nüüd positiivselt elektriline kuul R ja nihutatakse siis jälle mõlemad pooled teineteisest eemale. Kuuli R tungijoonte



Pilt 30. Elektri lahkuminek elektri edasilaskjas ja takistajas kehas.

mõjul ilmub keha AB paremas otsas c positiivne elekter ja pahemas negatiivne. Keskel ei olnud elektrit seni märgata, kuni mõlemad pooled kokku puutusivad. Kui keha AB elektri edasilaskjast ainst on, siis ei ole elektrit ka pärast lahkunihutamist lõikekohal märgata, sest lahkuläinud elekter on kõik ära keha otsadesse läinud. Wiidakse nüüd kuul R eemale, siis läheb küll elekter kummastgi otsast laiali, aga ta ei pääse enam ühest poolest teise. Sellepärast on pärast kuuli R eemale wiimist paremas pooles A positiivset elektrit ja pahemas pooles B negatiivset. Kui aga keha AB elektri takistajast ainst on, siis ilmub lõikekohal kohe elekter, kui pooled teineteisest eemale nihuta-

takse, ja kummasgi pooles kaob elekter kohe, kui kuul R eemale wiidakse.

Nüüd alles wõime aru saada, miks teised kehad elekt-riste kehade poole tungiwad: Elektrise keha tungijoonte mõjul ilmub teiste kehade ligematel külgedel wastupidine elekter, mis elektrise keha poole tungib ja neid kehasid sinna kaasa tõmbab.

IX. Magneti tung.

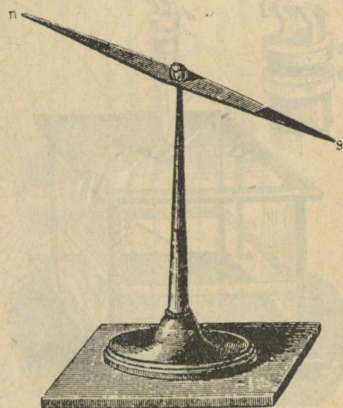
Esimese küsimise pääle, kust elektrit saab, on meil nüüd wastus käes: elektrit leidub alati igas kehas. Teise küsimise pääle, kuidas saab elektrit kokku ajada, on meil ka juba wastus osalt käes: et mõnes kehas elektrit kokku ajada, selleks on elektrit tungijooni tarwis, mis sellest kehast läbi lähewad. Nende elektrit tungijoonte sünnitamiseks tarwitatakse kõige rohkem magnetitunget ja alles magnetitungeti kaudu saab elekter suurel mõõdul liikumist sünnitada.

Igaüks on magnetist kuulnud wõi ka ise teda näinud. Enamasti on ta terasetükki, mis kunstlikult magnetiseeritud on, tehtud. Aga leidub ka looduses niisuguseid rauakiwa, mis magnetised on. Neid nimetatakse loomulikkudeks magnetiteks. Rautükid tungiwad magneti poole. Ligemalt järele katsudes wõib igaüks leida, et iga magneti küljes kaks kohta on, mille poole rautükid kõige tugewamini tungiwad. Neid kohtasid nimetatakse magneti otsadeks. Kui magneti ühe otsa riputatakse, mõne terawa toe otsa seatakse wõi wee pääle ujuma pandakse, nii et ta wabalt keerleda saab, siis keerab ta ikka ühe otsa põhja poole ja teise lõuna poole. Sellepärast nimetatakse ka esimest otsa põhja otsaks ja teist lõuna otsaks. Kellel kaks magnetit käepärast on, see wõib kergesti leida, et **magnetite põhja otsad ikka üksteisest eemale tungiwad ja niisama ka**

lõuna otsad üksteisest, kuna põhja ots ja lõuna ots alati teine teise poole tungivad. See ongi kõige lihtsam magneti tungi nähtus, kuna rauatüki tung magneti otsa poole juba keerulisem nähtus on. **Magneti tung on ka niisugune tung, mida tungijoonte abil saab täielikult ette kujutada.** Magnetit tungijooni on isegi veel kergem silmanähtawaks teha kui muid tungijooni. Nad leiduvad muidugi sääl, kus magneti ots liikuma tungib. Öeldakse, et magneti tungijooned nimelt sinna poole on sihitud, kuhu magneti põhja ots liikuma tungib. Selle järele lähewad magneti tungijooned magneti põhja otsast kiirte kujul wälja ja tulewad lõuna otsa kokku.

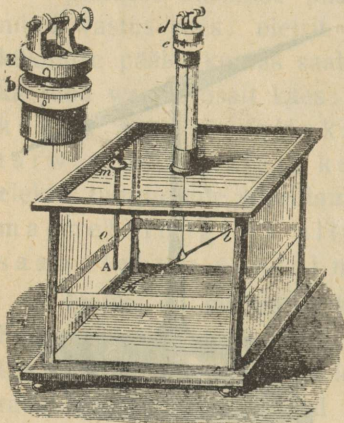
Magneti tungijoonete olemist ja nende sihti kusgi kohas näitab magneti nõel (pilt 31). See on magnetiseks tehtud terawate otsadega terasetükike, mis kuhugi terawatoe otsa on seatud, kus ta kergesti keerieda saab. Sääl kohal, kus magneti tungijooned on, tungib magneti nõela põhja ots sinna poole, kuhu tungijooned lähewad ja lõuna ots sinna poole, kust nad tulewad, nii et magneti nõel wõimalikult tungijoonete sihil seisma jääb. Et magneti nõel nagu iga muu magnetgi, mis kergesti keerleda saab, iseenesest juba põhja otsa põhja poole ja lõuna otsa lõuna poole keerab, see näitab, et maakera ümber magneti tungijooned on, mis lõuna poolt põhja poole lähewad.

Juba nüüd wõib meile magneti ja elektri tungi sarnadus silma paista. Aga see sarnadus suureneb veel rohkesti, kui meie magnetiks mitte ainult seda



Pilt 31. Magneti nõel.

keha ei nimeta, mis magnetine on, vaid ka iseäranis seda, mis selle keha magnetiseks teeb. Siis võime ütelda, et igas magnetises kehas magnetit on ja nimelt kahesugust: põhja otsas põhja magnet ja lõuna otsas lõuna magnet. Ei ole küll hää magneti nimetust kahes mõttes tarvitada, aga hädapärast võib sellega leppida, sest segadust ei võiks sellest mitte tulla: kui magneti otsadest või tükkidest kõneldakse, siis on selge, et magnetiks magnetist keha nimetatakse; kui aga põhja magnetist, lõuna magnetist, magneti lahkuminekust, magneti hulgast või magneti raasukestest kõneldakse, siis peaks küll ka selge olema, et sääl magnetiks seda nimetatakse, mis magnetise keha sees on ja mis selle keha nimelt magnetiseks teeb.

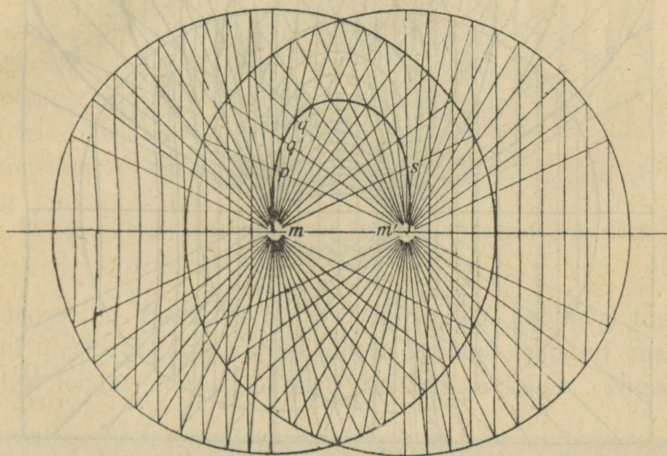


Pilt 32. Magneti keerkaal.

Dõhja magneti ja lõuna magneti kohta kõlbab kõik see, mis positiivse ja negatiivse elektri kohta on öeldud, ainult selle wahega, et 1) magneti edasilaskjaid aineid ei ole, et 2) ühes kehas ühte mag-

netit ilma teiseta olla ei saa ja et 3) lahku läinud magnet iseäranis terase sees osalt ka lahku jääb, kuni mõni väline mõju temale segiminekuks hoogu annab. Sellest järgneb, et magneti hulga mõõdukas seda magneti hulka loetakse, mis teisest niisamasugusest hulgast siis ühe düüni tugewusega eemale tungib, kui nad mõlemad tühjas ruumis on ja teineteisest ühe tsentimetri kugusel seisavad; et selles magneti otsas kaks mõõtu magnetit on, kust umbes 25 kimpu magneti tungijooni välja tuleb; et sääl, kus magneti

tungijooned rauatükist läbi lähewad, selle rauatüki pinnale nii palju magnetit ilmub, et rauatüki ümber õhus magnetitung raua magneti koeffitsiendi kordselt suurem on kui rauatüki sees; et rauatükid nimelt sellepärast magneti otsade poole tungiwadgi, et magneti otsa tungijoonte mõjul rauatükkide ligematel külgedel wastupidine magnet ilmub, mis magneti otsa poole tungib ja rauatükka sinna kaasa tõmbab jne. jne. Magnetihulga ja tungi peenemalt mõõtmiseks tarwitatakse ka keerkaalu, mille traadi otsa magneti nõel on seatud (pilt 32). Magnetikoeffitsient on raul

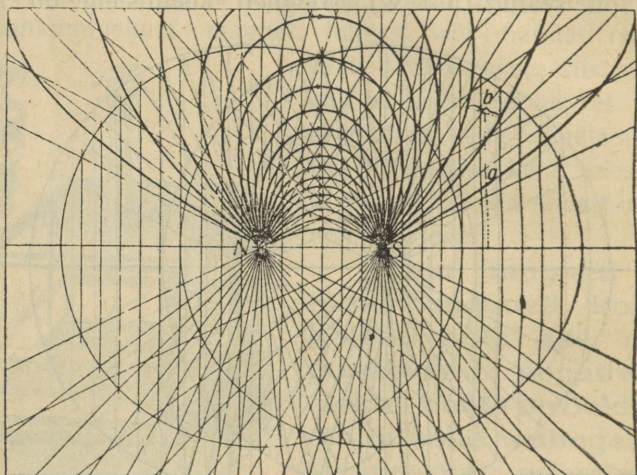


Pilt 33. Nähtawa tungijoone kuju.

wäga suur — kuni 3000 ja ka nikkelil ja kobaldil on ta kaunis suur, kuna muude ainete magnetikoeffitsient väga vähe ühest lahku läheb, nii et nende ümber magneti tungikka pea niisama suur on kui sees.

Suurem osa magneti nähtusi on meile siis iseenesest selged, kui eelpool kirjeldatud elektri nähtused meile küllalt selgeks on saanud. Kuid on kaks nähtust, mis magneti juures palju rohkem silma paistawad kui elektri juures. Esimene nähtus on see, et ühel ja selleksamal ainel elektri või magnetikoeffitsient osalt selle järele mitmesugune

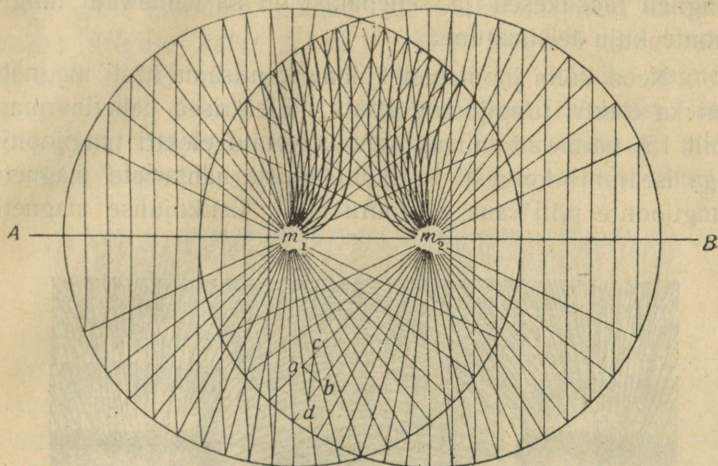
wõib olla kui tihedalt sellest ainest tungijooned läbi lähewad. Nii on raua magneti koeffitsient siis, kui rauast magneti tungijooned wäga õredalt wõi wäga tihedalt läbi lähewad, umbes 200, aga kui nende magneti tungijoonete tihe-
 dus sellekohaselt paras on, siis — kuni 3000. Teine nähtus on see, et tungijooned, mis mitmest elektri wõi magneti raasukesest kiirte kujul wälja tulewad, üheskoos nii mõjuwad, nagu oleks nende elektri wõi magneti raasukeste ümber mõnes kohas teistsugused, wahel koguni kõwerad tungi-



Pilt 34. Nähtawate tungijoonete kogu.

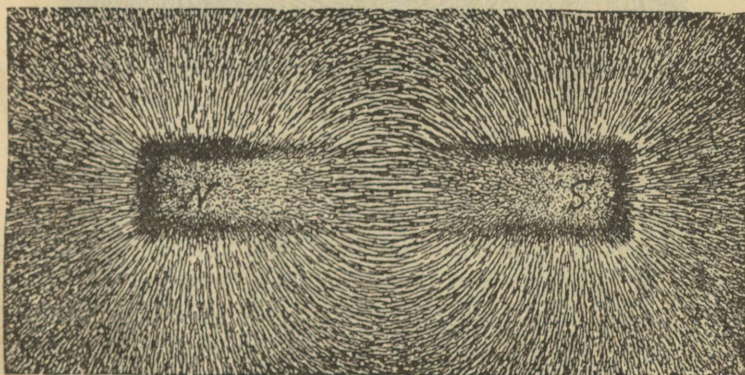
jooned. Juba Faraday õpetas, kuidas neid nähtawaid kõweraid tungijooni kergesti saab sinna paberi pääle üles joonistada, kus elektri wõi magneti raasukeste kohad ja hulgad on ära tähendatud. Pildil 33 on m ja m' üks põhja ja teine lõuna magneti raasuke. Peenikesed jooned, mis nendest kiirte kujul wälja lähewad, kujutawad neid magneti tungijooni, mis siis ka kummagi magneti raasukese ümber näha oleksiwad, kui teist raasukest sääl ligidal ei oleks. Paksem loogakujuline joon kujutab nähtawat tungijoonet. Tema ühendab neid punktisid, kus peeni-

kesed jooned üksteisest üle lähewad. (Ringid ja püstkriipsud on siin ja kahe järgmise joonistuse pääl meie jaoks



Pilt 35. Tungijoonte kaju kahe ühesuguse magneti wõi elektri raasukese wahel.

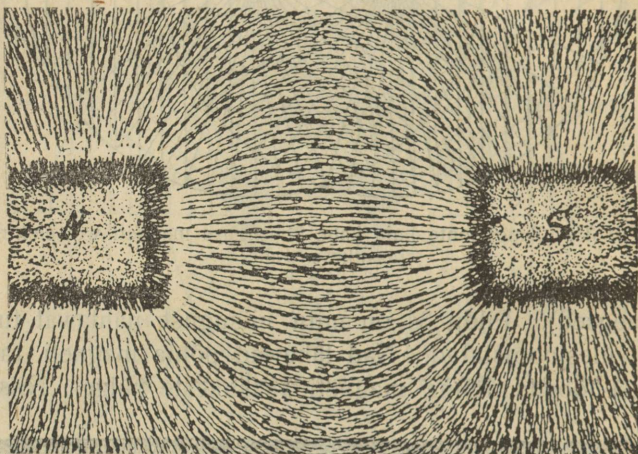
ilmaaege). Pildil 34 on mitu niisugust nähtawat tungijoont ülesjoonistatud. Nad lähewad põhja magneti raasukestest loogas lõuna magneti raasukeste külge. Niisama



Pilt 36. Nähtawad tungijooned magneti ümber.

näeme ka pildil 35 mitme niisuguse tungijoone algust, aga siin on mõlemad põhja magneti wõi ka mõlemad lõuna magneti raasukesed ja sellepärast on ka nähtawate tungijoonte kuju teistsugune.

Need kolm joonistust kõlbawad niisama hästi magneti kui ka elektri tungijoonte kohta. Elektrised paberinarmad (pilt 15) näitawad niisuguseid kõweraid elektri tungijooni. Aga iseäranis kergesti saab niisuguste nähtawate magneti tungijoonte pilti raua wiilipuru abil. Latikujulise magneti

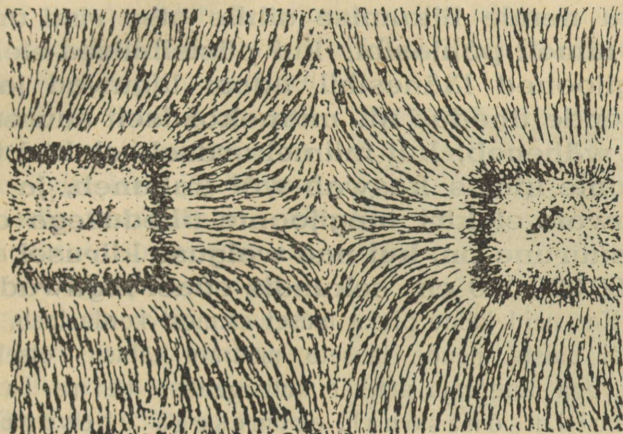


Pilt 37. Nähtawad magneti tungijooned põhja ja lõuna otsa wahel.

päale pandakse paberileht ja sõelutakse selle paberilehe päale raua wiilipuru. See wiilipuru seab ennast siis joonteks kokku, mis magneti põhja otsa küljest lõuna otsa külge lähewad (pilt 36). Selsamal teel on ka kaks järgmist pilti saadud: üks kord on ühe magneti põhja ots teise lõuna otsa ligidale seatud ja paberilehega kaetud, mille päale siis wiilipuru on sõelutud (pilt 37); teine kord on ühe magneti põhja ots teise põhja otsa ligidale seatud ja siis raua wiilipuru jooned saadud (pilt 38).

X. Dünamo ja elektrimotor.

Kui meie eelmisest tükist magneti tungi kohta küllalt selge pildi oleksime saanud, siis wõiksimme nüüd ka selle kohta selguse kätte saada, kuidas magneti tungi abil elektrit suurel määdul kokku aetakse ja kuidas magneti tungi kaudu elekter jälle suurel määdul liikumist saab sünnitada. Elektrit aetakse kokku ühes masinas, mida dünamomasinaks ehk lühidalt dünamoks nimeta-



Pilt 38. Nähtawad magneti tungijooned põhja otsade wahel.

takse, ja elekter sünnitab liikumist teises masinas, mida elektrimotoriks hüütakse. Nende masinate ehitus põhjeneb järgmise kahelause peal, mis magneti ja elektri tungijoonete liikumise kohta on leitud.

I. Kus magneti tungijooned risti edasi liiguvad, sääl ilmuwad elektri tungijooned nii, et 1) nende siht magneti tungijoonete sihile ja ka nende liikumise sihile otse risti on ja siis nimelt püstsieht, kui põhjasihilised magneti tungijooned läänesihil edasi liiguvad, ja et 2) nende tihedus nii mitmekordselt suureneb

wõi väheneb, kui mitmekordselt magneti tungijoonte kiirus kasvab või kahaneb, ja siis liikuwate magneti tungijoonte tihedusega otse ühesuurune on, kui nad walguse kiirusel ehk 30 000 000 000 cm sekundis edasi liiguwad.

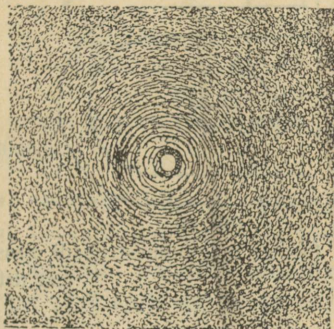
II. Kus elektri tungijooned risti edasi liiguwad, sääl ilmuwad magneti tungijooned nii, et 1) nende siht elektri tungijoonte sihile ja ka nende liikumise sihile otse risti on ja siis nimelt põhjasiht, kui püstsihilised elektri tungijooned läänesihil edasi liiguwad ja et 2) nende tihedus nii mitmekordselt suureneb või väheneb, kui mitmekordselt elektri tungijoonte kiirus kasvab või kahaneb, ja siis liikuwate elektri tungijoonte tihedusega otse ühesuurune on, kui nad walguse kiirusel ehk 30 000 000 000 cm sekundis edasi liiguwad.

Kes neid kahte pikka lauset esimest korda loeb, sellele ei paista nende lausete määratu tähtsus otsekohe silma, aga ühte asja märkab küll igaüks: teine lause on muidu sõnasõnalt esimesega ühesugune, ainult põhjasihi asemel on sääl püstsieht ja magneti asemel elekter. Mõlemad laused kõnlewad tungijoonte liikumisest ja sellepärast wõibgi nendest tähtsatest lausetest raske arusaada olla: kui juba tungijoonte ettekujutamine meile raske on, siis peaks küll nende liikumise ettekujutamine weel raskem olema. Aga kui meil korda on läinud tungijooni selgesti ette kujutada, siis on ka nende liikumise ettekujutamine kerge. Magnetit tungijooned on magneti otsade ümber, tulewad põhja otsast wälja ja lähewad lõuna otsasse kokku. Kui magnetit liigutatakse, siis liiguwad ju ka tema tungijooned temaga ühes. Niisama liiguwad iga elektri raasukesega tema tungijooned ühes. Sellepärast on telegrafi- või telefonitraadide ümber siis

ikka elektri tungijooned liikumas, kui ühest jaamast teise kirjutatakse wõi kõneldakse. Sest selle juures woolab elekter, mis ühes jaamas kokku on aetud, traati mööda teise jaama ja iga wäike mõõt elektrit wiib oma 12 ja pool kimpu tungijooni ühes.

Esimese lause järele ilmuwad siis säääl elektri tungijooned, kus mõnda magneti otsa liigutatakse, ja kui magneti otsa mõnest traadist mööda lükatakse wõi tõmmatakse, siis ilmuwad ka selle traadi sees pikuti elektri tungijooned; nende elektri tungijoonte mõjul läheb traadi sees positiivne elekter negatiivsest lahku ja sinna traadi otsasse kokku, kuhu poole tungijooned

lähewad, ja niisama ka negatiivne elekter traadi teise otsasse. Teise lause järele ilmuwad selle traadi ümber, millest elektrit läbi woolata lastakse, ringikujulised magneti tungijooned. Neid magneti tungijooni saab rauawiilipuru abil silmanähtawaks teha, nagu pilt 39 näitab. Säääl on paberilehe keskkohalt püsti traat läbi pistetud, selle traadi läbi elektrit woolata lastud ja selle



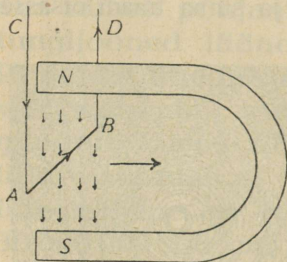
Pilt 39. Magnetit tungijooned elektri woolu ümber.

juures paberilehe pääle wiilipuru sõelutud. Wiilipuru on siis magneti tungijoonte järele ringideks kokku läinud. Need ringid on iseäranis selgesti traadi lähedal näha, sest säääl, woolawa elektri lähedal, on elektri tungijooned tihedamalt koos ja nende liikumise mõjul ilmuwad tihedamad magneti tungijooned.

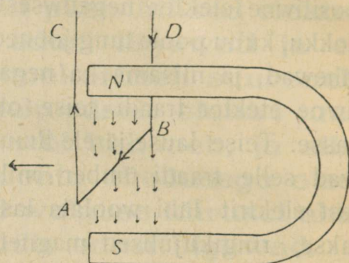
Et dünamomasina ja elektrimotori ehitusest õieti aru saada, selleks tuleb meie kahele põhjuslausele weel kolm märkust juurde lisada.

Esimene märkus on see, et tungijoonte juures see täiesti ükskõik on, kas nemad mõnest

kohast risti läbi liiguwad wõi see koht nendest otse wastupidisel sihil. Sellepärast on igas wagunis, mis idapoolle sõidab, püstsihilised elektri tungijooned, sest wagun sõidab maakera põhjasihilistest magneti tungijoonetest läbi idapoolle ja see on niisama hää, kui seisaks wagun paigal ja läheksiwad need tungijooned ise idapoolt läbi waguni läänepoolle. Kui waguni seinad elektrit edasi lasewad, siis peab idapoolle sõitwa waguni katus positiwsele elektrine olema, sest elektri tungi mõjul taganeb sinna positiwne elekter, kuna negatiwne elekter



Pilt 40.

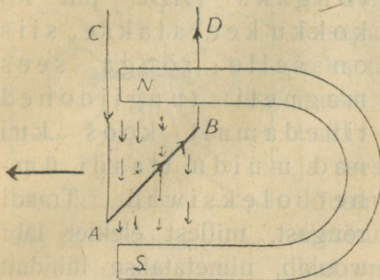


Pilt 41.

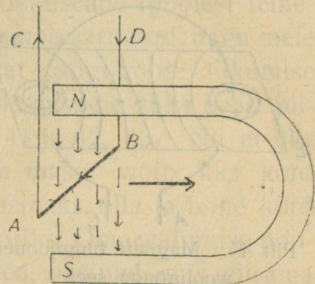
Elekter tungib ühest traadi otsast teise, kui traat magneti tungijoonetest risti läbi liigub.

läbi rataste ja roobaste maa sisse läheb. Sellepärast ilmuwad ka traadis AB (pilt 40 ja 41) siis elektri tungijooned, kui seda traati hobuserauakujulise magneti otsade wahel liigutatakse. Kui traati nii lükatakse, kuidas nool pildil 40 näitab, siis tungib positiwne elekter A poolt B poole; kui aga traati jälle tagasi tõmmatakse, nagu pilt 41 näitab, siis tungib elekter B poolt A poole. Kes telefoni juurde kõnelema läheb, see peab enne sinna kohta kõlistama, kuhu ta kõnelema tahab. Selle jaoks keerutab ta wänta, mis kõnelemise riista küljes on. Siis tungib elekter telefoni traati mööda teise kohta kella kõlistama nimelt sellepärast, et wänt traadi tükkisid, mis telefoni traadi otsa on seatud, hobuserauakujuliste magnetite otsade wahel kiiresti edasi ja tagasi liigutab.

Teine märkus on see, et alati, kui üks keha teise mõjul kuhugi poole liikuma tungib, siis tungib teine keha esimese mõjul otse niisama tugewasti teisele poole. Kui näituseks raud magneti poole tungib, siis tungib magnet otse niisama



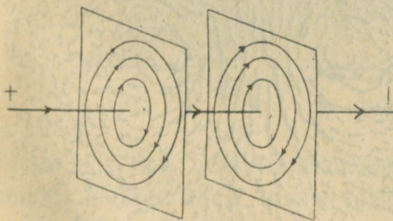
Pilt 42.



Pilt 43.

Traat, millest elekter läbi woolab, tungib magneti tungijoontest risti läbi liikuma.

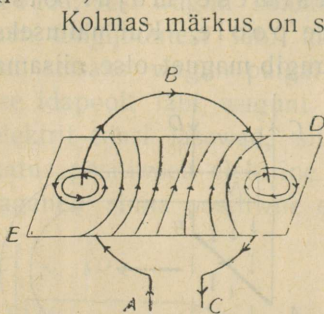
tugewasti raua poole, ja kumb nendest liikuma pääseb, see hakkab liikuma. Sellepärast keerab magnet, mis kergesti keerelda saab, oma otsa ligidale pandud rauatüki poole. Sellepärast tungib ka traat AB (pilt 42 ja 43) siis liikuma, kui tema läbi elektrit woolata lastakse ja kui tema kergemini liikuda saab kui see hobuse-



Pilt 44. Magneti tungijoonte siht elektri woolu ümber.

raaukujuline magnet, mille otsade wahle ta on seatud. Sest selle traadi ümber on siis ringikujulised magneti tungijooned nii, kuidas pildil 44 kahe paberilehe pääle on joonistatud. Need tungijooned lähewad sellel juhtumisel, mida pilt 42 kujutab, ülewaltpoolt traati paremale poole ja altpoolt traati pahemale poole, nii et magneti mõlemad otsad paremale poole tungiwad ja selle juures traat AB ise pahemale

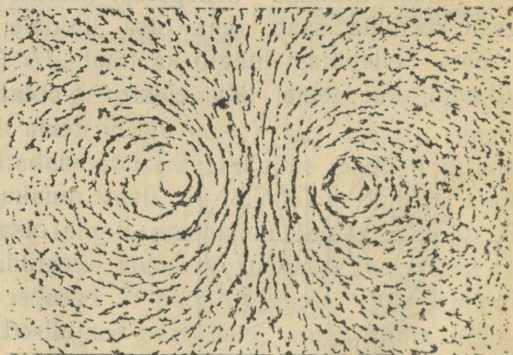
poole, nagu seda ka nool näitab. Kui elekter B poolt A poole woolab, siis tungivad magnet ja traat teisele poole (pilt 43).



Pilt 45. Magneti tungijooned woolurõnga sees.

Kolmas märkus on see, et kui see traat, mille läbi elekter woolab, rõngaks (ABC pilt 45) kokku keeratakse, siis on selle rõnga sees magneti tungijooned tihedamalt koos kui nad muidu traadi ümber oleksiwad. Traadi rõngast, millest elekter läbi woolab, nimetatakse lühidalt woolurõngaks. Pildil 45 on woolurõngas paberilehest ED läbi seatud ja selle paberilehe pääle mõned magneti tungijoonete tükid joonistatud. Kui selle paberilehe pääle rauawiilipuru sõelutakse, siis saab pilt 46, kus ka näha on, et magneti tungijooned woolurõnga sees tihedamalt kokku lähewad.

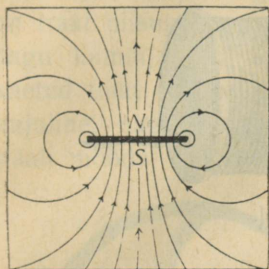
Woolurõngas on siis päris magnet: tema üks külg N (pilt 47) on magneti põhja ots, sest säält lähewad magneti tungijooned



Pilt 46. Magneti tungijooned woolurõnga ümber.

tungijooned laiale, ja teine külg S (pilt 47) on magneti lõuna ots, sest sinna tulewad magneti tungijooned kokku. Aga sellel magnetil ei ole pikkust. Et elektri woolu abil pikka magnetit saada, selleks keeratakse traat, mille läbi elekter woolab,

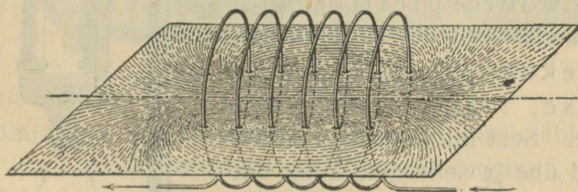
järgemööda mitmeks rõngaks kokku (pilt 48) ja nimetatakse siis lühidalt wooluspiraliks. Pildil 48 on wooluspiral paberilehest läbi seatud ja selle paberilehe pääle magneti tungijooned joonistatud.



Pilt 47. Woolurõngas on magnet.

Dünamomasin ja elektrimotor on oma kokkuseade poolest teineteisega niisama sarnased, nagu meie kaks tähtsat tungijoonte liikumise lauset ja nagu meie kaks paari piltsid: 40, 41 ja 42, 43. Nii et üks ja seesama masin võib üks kord dünamomasinaks olla ja teine kord elektrimotoriks. Oma välimuse poolest on need masinad, mis niisama hästi dünamoks kui ka elektrimotoriks

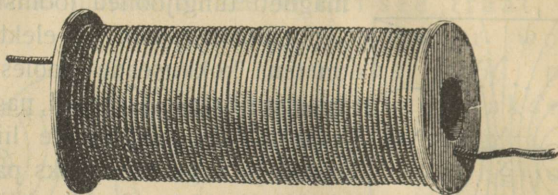
kõlbavad, väga mitmesugused, sest iga vabrik ehitab neid osalt oma moodi. Aga kõigil neil masinatel on pääosadeks magnetid, mille otsade wahete traadid nii on seatud, et nad sääl liikuda



Pilt 48. Wooluspiral.

saavad: kui neid traatisid sääl liigutatakse, siis tungib nendes elekter ühest otsast teise (pilt 40 ja 41) ja masin on dünamomasinaks, kui aga nendest traatidest elektrit läbi woolata lastakse, siis tungiwad nad ise liikuma (pilt 42 ja 43) ja võiwad ka mõnda laualõikamise saagi, wee pumpa või muud töomasinat liikuma tõmmata, nii et meie masin siis elektrimotoriks on. Kuid dünamomasina või elektrimotori magnetid on nimelt wooluspiralid ja ka liikuvad traadid nende magnetite otsade wahel on spiraliteks

kokku keeratud. Sellepärast ei leia meie dünamomasina wõi elektrimotori seest muud kui wooluspiralid. Ühed wooluspiralid on liikumata paigale seatud, teised aga on

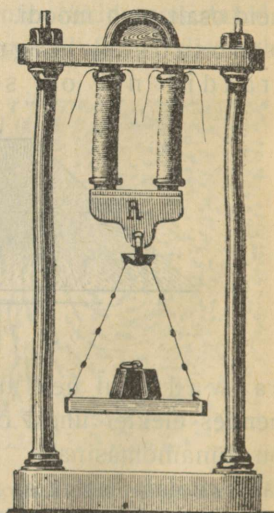


Pilt 49. Woolupool.

nende otsade wahela ühe wõlli külge kinnitatud, milleganad ühes keerelda wõiwad.

Et wooluspiralite otsade juures magneti tungijooned wõimalikult tihedalt koos oleksiwad, nii et sääl magneti tung wõimalikult tugew saaks, selleks tarwitatakse kahte abinõu.

Esimene abinõu on see, et traat wooluspiraliks wõimalikult tihedalt ja koguni mitmekordselt kokku mäs sitakse, nagu niit pooli pääle. Sest mida rohkem woolurõngaid ühe ja sellesama koha ümber on, seda tihedamalt on sääl kohal magneti tungijooned koos: kui traat, mille läbi elekter woolab, üheks rõngaks kokku on keeratud, siis on selle rõnga sees magneti tungijooned (pilt 45); kui traat sinasamasse weel teiseks rõngaks kokku keeratakse, siis tuleb sinna

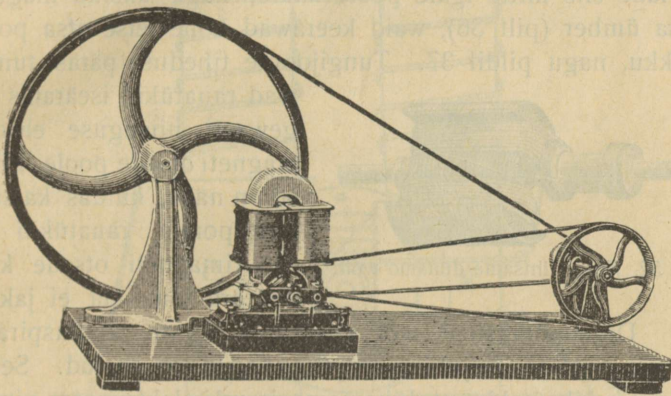


Pilt 50. Elektrimagnet.

teist niipalju magneti tungijooni juurde; kolmas rõngas tooks weel kolmas kord niipalju tungijooni juurde, jne. Pooli kujul kokkumässitud wooluspiralit kujutab pilt 49; teda

1870

nimetatakse lühidalt woolupooliks. Woolupoolis puutuvad traadi rõngad üksteisega kokku. Kui traat paljas oleks, siis pääseks elekter kokkupuutumise kohalt otsekohe risti ühest rõngast teise. Et seda takistada, selleks on traat niisuguse ainega kaetud, mis elektrit läbi ei lase, nagu kumm, siid, või ka kuiw puuwilla niit. Niidiga kaetud traat on ise päält näha jämeda niidi või nõõri kujuline, nagu see ka pildil 49 silma paistab. Kaetud traati mööda ei pääse elekter muidu ühest pooli otsast

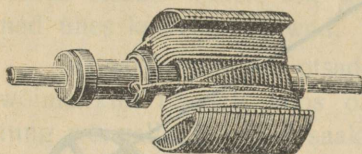


Pilt 51. Kõige lihtsam dīnamo.

teise, kui peab iga traadirõnga üksikult pikuti läbi käima, ja siis alles on iga traadirõngas ka woolurõngas.

Teine tungijoonte tihendamise abinõu on see, et woolupooli õõnsus rauaga täidetakse. Sääli õõnsuse sees on juba magneti tungijooned tihedalt koos. Kui õõnsus rauaga täidetakse, siis on need tungijooned raua sees. Nende mõjul läheb raua magnet lahku ja raua ühes otsas ilmub põhja magnet ja teises lõuna magnet nii suurel mōõdul, et raua otsade ligidal õhus magneti tungijooned kuni 3000 korda tihedamalt koos on, kui raua sees. Rauast sisuga woolupooli nimetatakse elektrimagnetiiks. Sagedasti ühendatakse kaks woolupooli sel teel üheks elektrimagnetiiks, et ühe ja sellesama rautūiki üks

ots ühest poolist läbi seatakse ja teine ots teisest. Mõlemast poolist juhitakse elektri vool nii läbi, et mõlema pooli magneti tungijoonte mõjul ühise rauatüki ühes otsas põhja magnet ja teises lõuna magnet ilmub. Wahel paenutatakse see rauatükk veel hobuseraua kujul kõweraks, nii et mõlemad woolupoolid kõrwuti seisawad (pilt 50). Siis on ühise rauatüki otsad teine teise ligidal ja magneti tungijooned nende otsade wahel veel tihedamalt koos; sest nähtawad tungijooned, mis ühest otsast wälja tulewad, ei lähe siis mitte igale poole laiale, nagu üksiku magneti otsa ümber (pilt 36), waid keerawad kohe teise otsa poole kokku, nagu pildil 37. Tungijoonte tiheduse pärast tungi-

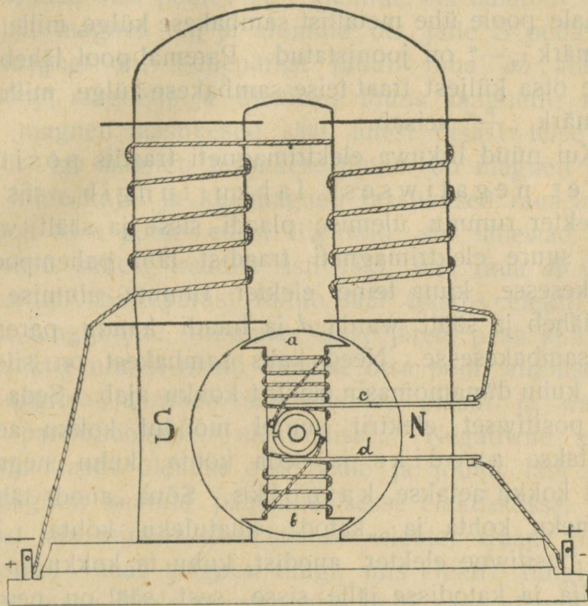


Pilt 52. Kõige lihtsama dünamo wõll.

wad rauatükid iseäranis tugevasti niisuguse elektrimagneti otsade poole. Pildil 50 on näha, kuidas ka suur kaalupomm rauatüki *R* elektrimagneti otsade küljest ära tõmmata ei jaks.

Dünamomasinas wõi elektrimotoris on wooluspiralid nimelt poolide kujul, mille sisse raud on seatud. Sellepärast wõib ütelda, et dünamomasin wõi elektrimotor nimelt elektrimagnetitest on kokku seatud. Pilt 51 kujutab kõige lihtsamat dünamomasinat, mis ainult kahest elektrimagnetist koos on. Masin seisab siin ühe laua pääl, kuhu veel kaks rihmaratast on seatud, mille abil masinat käega käima saab panna. Masinast endast paistab hobuserauakujuline elektrimagnet silma. Selle magneti otsade wahelt on wõll läbi seatud, mille külge teine lühike ja sirge elektrimagnet on kinnitatud. Pildil 51 on see wõll oma elektrimagnetiga wäga wäike ja jääb suure magneti otsade waele warjule. Sellepärast on ta veel pildil 52 üksikult ja suuremalt kujutatud. Kui seda wõlli suure magneti otsade wahel keerutatakse, siis ilmub selle elektrimagneti ümber, mis wõlliga ühes keerleb, elektri tung, mille mõjul sääl traadi sees negatiwne elekter

traadi ühte otsa ja positiivne teise otsa läheb. — Seesama masin on ka kõige lihtsam elektrimõtor: kui tema traatidest elektrit läbi woolata lastakse, siis hakkab väike magnet suure magneti otsade wahel keerlema ja wõll, mis temaga ühes keerleb, wõib teisi masinaid käima panna.



Pilt 53. Kõige lihtsama dünamo kokkusead.

Pilt 53 kujutab kõige lihtsamat dünamot wõi elektrimõtorit selgemalt. Masin on siin külje päält näha, nii et tema wõllist ainult ümargune ots silma paistab. Selguse jaoks on laagrid, mille pääle wõlli otsad toetawad, ülesjoonistamata jäetud ja iga woolupooli asemel on traat ainult neljaks wõi wiieks rõngaks raua ümber mässitud. Selle pildi pääl on ka näha, mil teel elekter liikuma elektrimagneti *ab* traadist wälja wõi sinna sisse pääseb. Wõlli ühte otsa on elektritakistajast ainest rumm seatud ja selle rummu mõlema külje pääle metallist plaadid nii paenutatud, et

ühe plaadi serwad küll teise omade ligidale ulatawad, aga nendega mitte kokku ei puutu. Ühe plaadi külge on üks traadi ots kinni kruwitud ja teise plaadi külge teine traadi ots. Plaatide külge puutuwad wedrutawate warraste *c* ja *d* otsad. Warda *c* teise otsa külge on suure elektrimagneti traadi üks ots kruwitud. Selle traadi teine ots läheb pahemale poole ühe metallist sambakese külge, mille kohale suur märk „—“ on joonistatud. Parem pool läheb warda *d* teise otsa küljest traat teise sambakese külge, mille kohal suur märk „+“ seisab.

Kui nüüd liikuwa elektrimagneti traadis positiwne elekter negatiwsest lahku tungib, siis läheb üks elekter rummu ülemise plaadi sisse ja säält warda *c* kaudu suure elektrimagneti traadist läbi pahempoolsesse sambakesesse, kuna teine elekter rummu alumise plaadi sisse läheb ja säält warda *d* ja traadi kaudu parempoolsesse sambakesesse. Need kaks sambakest on siis need kohad, kuhu dünamomasin elektrit kokku ajab. Seda kohta, kuhu positiwset elektrit suurel mõõdul kokku aetakse, nimetatakse anodiks ja seda kohta, kuhu negatiwset elektrit kokku aetakse, katodiks. Sõna „anod“ tähendab ülesmineku kohta ja „katod“ allatuleku kohta. Nimelt tungib positiwne elekter anodist, kuhu ta kokku on aetud, ise wälja ja katodisse jälle sisse, sest säält on negatiwne elekter koos. Anodit ja katodit nimetatakse mõlemaid weel elektrodideks ehk elektri mineku kohtadeks.

Nüüd on meil kõige lihtsama dünamo wõi elektrimotori kokkuseade läbi waadatud ja meie wõime ka seda ligemalt tähele panna, kuidas see masin töötab.

Et meie masin saaks dünamo wiisil töötada — elektrit oma elektrodidesse kokku ajada, selleks peab tema elektrimagneti raud juba alguses wähemalt natuke magnetine olema. Seda on ta ka alati, sest iga rauatükk on juba sellepärast natuke magnetine, et maakera magneti tungijooned temast läbi lähewad. Olgu suure elektrimagneti raua parempoolses otsas *N* juba natuke

põhja magnetit; siis on teises otsas S muidugi niisama palju lõuna magnetit. Kui nüüd wõll nii keerlema pandakse, et liikuwa magneti ülemine ots paremale poole läheb, siis tungib raua ab sees põhja magnet ülemise otsa poolt alumise otsa poole ja lõuna magnet alumise otsa poolt ülemise otsa poole; sest ülemine ots läheb N poole, kus põhja magnet on, ja alumine ots jälle S poole, kus lõuna magnet on. Sellepärast ilmub raua ab alumises otsas põhja magnetit ja ülemises lõuna magnetit, nagu oleks magneti raasukesed sääl ühest otsast teise edasi liikunud. Iga magneti raasukese ümber on magneti tungijooned kiirte kujul ja kui magneti raasukesed raua ab ühe otsa poolt teise poole edasi liiguvad, siis lähewad nende tungijooned sellest traadist risti läbi, mis raua ab ümber on mässitud. Sellepärast ilmub sääl traadis elektri tung. Magnetit tungijoonete liikumise lause järele peab siin positiwne elekter nimelt traadi ülemise otsa poolt alumise otsa poole tungima ja läheb siis alumise plaadi ja warda d kaudu parempoolsesse elektrodisse. Negatiwne elekter läheb siis traadi ülemise otsa poole ja jõuab läbi suure elektrimagneti traatide pahempoolsesse elektrodisse. Säält traatidest läbi minnes sünnitab see elekter traadi poolide sisse seatud rauas magneti tungi, mis elektri tungijoonete liikumise lause järele parempoolse pooli sees allapoole on sihitud ja pahempoolse pooli sees ülespoole. See magneti tung toob siis põhja magnetit sinna N kohale juurde, kus teda alguses juba natuke oli, ja lõuna magnetit sinna S kohale, kus teda juba oli. Sellega suurendab masin ise oma tööwõimu, sest mida rohkem põhja magnetit N kohal ja lõuna magnetit S kohal koos on, seda rohkem tungib ka raua ab sees põhja magnetit selle otsa poole, mis N kohale ligineb ja seda suurem saab elektri tung selle raua ümber traadi sees.

Et meie masin saaks elektrimotori wiisil töötada, selleks tuleb tema traatidest elektrit läbi woolata lasta.

Tulgu masina parempoolse sambakese külge traat mõne teise dünamo katodi küljest ja pahempoolse sambakese külge teine traat selle teise dünamo anodi küljest, siis woolab anodisse kokkuäetud positiivne elekter meie masina traatidest läbi katodi poole ja negatiivne elekter jälle vastupidisel sihil anodi poole. Pildil 53 on sambakeste juurde weel wäiksed märgid „+“ ja „-“ pandud, mis näitawad, kust poolt siis positiivne wõi negatiivne elekter masina traatidesse tuleb. Traatidest läbi woolates sünnitab see elekter traadipoolide sees magneti tungi. Elektri tungijoonte liikumise lause järele on see tung suure elektrimagneti parempoolse pooli sees allapoole sihitud, pahempoolse pooli sees ülespoole ja wäikse elektrimagneti poolide sees ikka tema ülemise otsa poole. Sellepärast ilmub suure elektrimagneti parempoolses otsas *N* rohkesti põhja magnetit ja teises otsas *S* lõuna magnetit. Niisama ilmub ka wäikse elektrimagneti ülemises otsas rohkesti põhja magnetit ja alumises lõuna magnetit. Wäikse magneti ülemine ots tungib siis *N* poolt eemale *S* poole ja alumine ots *S* poolt eemale *N* poole. Nii tõmbawad wäikse magneti mõlemad otsad wõlli ühele poole keerlema. Kui need otsad otse *N* ja *S* kohale jõuawad, siis wiib liikumise hoog neid säält mööda ja endine alumine ots saab ülemiseks ja ülemine lumiseks, nii et nad wõlli endisel sihil edasi keerlema tõmbawad.

Dünamomasin wõi elektrimotor on oma ehituse poolest wäga lihtne masin, nagu seda pilt 53 näitab. Siiski wõib selle masina töötamisest arusaamine oma jagu raske olla. Aga kellel see masin käepärast oleks, see wõiks ise järele katsudes leida, et elekter siis masina elektrodidesse kokku läheb, kui masina wõlli keerutatakse, ja et masina wõll siis ise keerlema hakkab, kui masina ühe elektrodi sisse mujalt positiivset ja teise sisse negatiivset elektrit juhitakse. Linnades — meil juba Tartus, Tallinnas ja Pärnus — on niinimetatud elektri keskjaamad ehitatud. Säält keerutawad aurumasinad wõi mõned muud motorid suurte

dünamomasinate wõllisid. Nende suurte dünamote elektrodide küljest lähewad traadid paljudesse linna majadesse wäiksemate masinate elektrodide külge. See elekter, mis suured masinad keskjaamas kokku ajawad, wõib nende wäikeste masinate wõllisid keerlema panna ja need wäiksed elektrimotorid wõiwad siis majades wett pumbata wõi töökodades mitmesuguseid töömasinaid käima panna. Nendel maal, kus weekoskesid on, nagu Soomemaal, seatakse koskede juurde suured dünamod, mille wõllisid säält wesi-rattad keerutawad, ja elekter juhatakse säält wahel mitme saja wersta kaugusele linnadesse wõi wabrikutesse, kus ta elektrimotorid käima paneb.

Aga seda elektrit, mis dünamomasinatest tuleb, ei tarwitata mitte ainult elektrimotoride käimapanemiseks, waid suurelt osalt ka walgustuseks. Sellega oleme oma kolmanda küsimise (lhk. 31) juurde jõudnud: kuidas saab woolaw elekter soojust sünnitada. Aga selle küsimise wastamiseks on weel tarwis woolawa elektri mõõtusid tunda.

XI. Woolama elektri mõõdud.

Kui elekter dünamomasina elektrodidest wälja ei pääse, siis ei jaks dünamomasin teda kuigi palju sinna kokku ajada. Sest kokkuäetud elekter tungib elektrodidest wälja ja nimelt seda tugewamini, mida rohkem teda sinna kokku on tulnud, ja kui ta mujale ei pääse, siis tungib ta peagi traati mööda tagasi dünamomasina sisse niisama tugewasti, kui tugewasti dünamomasin teda elektrodi poole ajab. Aga kui anodi küljest traat on seatud katodi külge, siis pääseb seda traati mööda positiwne elekter anodist kato-disse, kus ta negatiwse elektri märkamataks teeb. Siis wõib dünamomasin järjest uut elektrit elektrodidesse ajada ja see elekter woolab järjest traati mööda ühest elektrodist teise.

Kui meie neid traatisid tähele paneme, mis elektri keskjaamast wabrikutesse wõi mujale majadesse lähewad, siis märkame kohe, et igast kohast, kuhu üks traat sisse

läheb, jälle teine traat wälja tuleb. Õieti ei olegi siin kahe traadiga tegemist, waid seesama traat, mis dünamomasina anodi küljest tuleb, läheb majasse sisse, käib sääl elektrimotorist wõi elektrilambist läbi, tuleb siis majast wälja ja läheb tagasi dünamomasina katodi külge. Kui dünamomasin töötab, siis woolab elekter seda traati mööda ja paneb elektrimotori käima wõi elektrilambi helendama. Mida tugewamini elekter seda traati mööda woolab, seda tugewamini paneb ta ka elektrimotori käima wõi lambi helendama.

Elektriwoolu tugewust loetakse mõne traadi sees nii mitu korda suuremaks wõi vähemaks, kui mitu korda rohkem wõi vähem elektrit igal silmapilgul sellest traadist läbi woolamas on, ja siis nimelt ühe mõõdu suuruseks, kui igal silmapilgul selle traadi igas tsentimetripikuses tükis üks wäike mõõt elektrit edasi woolab. Kui nüüd mõnda traati mööda elekter nii edasi woolab, et igal silmapilgul selle traadi igast tsentimetripikusest tükist 2 wäikest mõõtu elektrit läbi woolamas on, siis on sääl elektriwool 2 mõõtu tugew; kui igast tsentimetripikusest traaditükist 3 wäikest mõõtu elektrit läbi woolamas on, siis on wool 3 mõõtu tugew jne. Kuid niisugust elektriwoolu tugewusemõõtu tarwitatakse ainult teaduses. Tegelikult elu jaoks on see mõõt liig suur, sellepärast on tegelikult elus kümme korda vähemat mõõtu tarwitama hakatud. Sellele vähemale mõõdule on **amper** nimeks antud. Kui ühest jaamast teise jaama telegraferitakse, siis woolab telegrafi traati mööda elekter umbes ühe kümnendiku amperi tugewusega. Selles traadis on siis igas tsentimetripikuses tükis umbes üks sajandik wäikest mõõtu elektrit läbi woolamas. — Iga dünamomasina külje pääle on kirjutatud, mitme amperi tugewust elektriwoolu see masin jaksab sünnitada.

See elektrihulk, mis dünamomasina anodist mõne aja jooksul wälja woolab, on wäga suur selle elektrihulga

kõrwal, mis mõnes kehas wõib paigal seista. Sellepärast tarwitatakse woolawa elektri hulga mõõtmiseks sellekohast suurt mõõtu. Elektri hulga suureks mõõduks loetakse seda elektri hulka, mis dünamomasina anodist siis iga sekundi jooksul wälja woolab, kui wool üks amper tugew on; seda elektri hulga mõõtu nimetatakse **kuloniks**. Et elekter walguse kiirusel — 30 000 000 000 cm. sekundis — edasi woolab, sellepärast on üks kulon elektrit niisama palju kui 3 000 000 000 wäikest mõõtu. Sest ühe sekundi jooksul wäljawoolanud elekter täidab traati 30 000 000 000 tsentimetri pikuselt ja kui wool üks amper tugew on, siis on igas tsentimetripikus traadi tükis üks kümnendik wäikest mõõtu. Mõne traadi läbi, mis elektri keskjaamast wälja tuleb, woolab mõne minuti jooksul kümneid tuhandeid kulonid. Aga kui üks ainuke kulon elektrit mõnes kohas koos oleks, siis wõiks ta laiali tungides määratu suurt purustamisetööd teha. On wälja rehkendatud, et üks kulon elektrit teisest niisamasugusest elektri hulgast juba 1000 metri ehk peaaegu wersta kauguselt nii tugewasti eemale tungib, et ta poolteise tolli paksuse teraskangi katki rebida wõib. Kui need kaks elektri hulka ainult ühe metri ehk umbes poole sülla kaugusel teine teisest oleksiwad, siis wõiksiwad nad terwe miljoni niisuguseid teraskangisid katki rebida.

Meie teame, et selles kehas, kus elektrit märgata ei ole, tema mitte ei puudu, waid et sääl ainult positiwset ja negatiwset elektrit ühepalju leidub (waata VIII). Kui mõnes kehas üks mõõt positiwset elektrit märgata on, siis ei tähenda see mitte, et sääl see üks mõõt leidubgi, waid sääl on positiwset elektrit nimelt üks mõõt rohkem kui negatiwset. Kui siis mõnes kehas mõni mõõt positiwset elektrit ilmub, siis wõib see kahel teel sündida: 1) sinna wõis tõesti nii palju positiwset elektrit juurde tulla, wõi jälle 2) säält wõis niisama palju negatiwset elektrit ära minna. Niisama wõib negatiwne elekter mõnes kehas

kahel teel ilmuda: negatiwse elektri juurde-
tuleku läbi wõi positiwse elektri äramineku
läbi. Kummal teel elekter tõesti mõnes ke-
has ilmub wõi kaob, seda ei saa praeguse aja
teadmiste järele mitte ära otsustada. Juba
ammust ajast saadik on hakatud ainult positiwse
elektri liikumisest kõnelema: kus positiwset
elektrit ilmub, sinna öeldakse teda tõesti juurde tulewat,
ja kus negatiwset elektrit ilmub, säält öeldakse positiwset
elektrit ära minewat. Sellepärast öeldakse ka, et dünamo-
masin nimelt positiwset elektrit katodist anodisse ajab.

Kui elekter ühest kehast teise tungib, siis öeldakse,
et ta esimeses kehas rohkem põnewil on kui teises.
Mida tugewamini elekter dünamomasina anodist tagasi
katodisse tungib, seda suuremaks loetakse siis anodi ja
katodi elektri põnewuste wahet, aga seda rohkem
tuleb ka selleks jõudu kulutada, et katodist weel uut
elektrihulka anodisse ajada. Anodi ja katodi elektri
põnewuste wahet loetakse nii mitu korda
suuremaks wõi vähemaks, kui mitu korda
rohkem wõi vähem jõudu selleks tuleb
kulutatada, et weel ühte kuloni katodist
anodisse ajada, ja siis nimelt ühe mõõdu
suuruseks, kui ühe kuloni ajamiseks üks
dshoul (waata III) jõudu kulub. Sellele mõõdule on
wolt nimeks antud. Iga dünamomasina külje pääle on
ka kirjutatud, mitme woldi suuruseks ta oma anodi ja ka-
todi elektri põnewuste wahet ajada jaksab. Kui säält näi-
tuseks märk „120 Volt“ seisab, siis tähendab see, et dū-
namomasin weel siis jaksab elektrit katodist anodisse ajada,
kui iga kuloni ajamiseks 120 dshouli jõudu kulub.

Kui dünamomasin töötab, siis woolab seda traati
mööda, mis anodi küljest katodi külge on seatud, see
elekter katodisse tagasi, mida dünamomasin anodisse ajab.
See elektri wool on seda tugewam, mida tugewamalt elekter
anodist katodisse tungib. Aga anodi ja katodi elektri põ-

newuste wahe ei määra elektri woolu tugewust weel mitte täiesti ära. Woolu tugewus wõib weel selle järele suurem wõi vähem olla, missugune traat anodi küljest katodi külge on seatud, sest mõni traat laseb elektrit kergesti edasi, kuna mõni teine traat tema edasiminekut rohkem takistab. Traadi elektri takistust loetakse nii mitu korda suuremaks wõi vähemaks, kui mitu korda suurem wõi vähem elektri põnewuste waheselle traadi otsades selleks tarwis on, et elekter seda traati mööda ühe amperi tugewusega woolaks. Kui traadi otsades elektri põnewuste waheselleks nimelt üks wolt peab olema, siis loetakse selle traadi elektri takistust ühe mõõdu suuruseks. Seda elektri takistuse mõõtu nimetatakse **oomiks**. Lühemast ja jämedamast traadist pääseb elekter kergemini läbi ja hõbe- ja waskraadist umbes kuus korda kergemini kui raudtraadist. Ühe metri pikuse raudtraadi elektri takistus on siis, kui see traat üks kümmendik tsentimetrit ehk üks millimeter paks on, 125 tuhandikku oomi, kuna niisamasuguse waskraadi takistus paljalt 21 tuhandikku oomi on. Mitu korda pikemast traadist on elektril muidugi ka nii mitu korda raskem läbi pääseda, näituseks 5 metri pikusest traadist 5 korda raskem kui ühe metri pikusest. Aga kaks korda paksemast traadist pääseb ta $2.2 = 4$ korda kergemalt läbi, sest kahe millimetri paksuse traadi saamiseks tuleks neli niisama pikka ühe millimetri paksust traati kõrwuti panna ja kokku sulatada ja kui elekter nelja traati mööda korraga edasi minna saab, siis on tal sääl muidugi neli korda lahendam edasi pääseda kui ühte ainust traati mööda. Niisama oleks kolme millimetri paksuse traadi takistus $3.3 = 9$ korda vähem kui ühe millimetri paksuse oma.

XII. Elektri soojus.

Nüüd wiimaks wõime ka wastuse leida oma kolmanda küsimise pääle (waata VIII): kuidas saab woolaw elekter soojust sünnitada?

Elektri kokkuajamiseks kulub jõudu. Aga kokkuäetud elekter wõib anodist katodisse tagasi woolates elektrimotori käima panna ja selle läbi weel mitmesugust muud tööd teha. Kokkuäetud elektril on siis jõudu; seda jõudu nime-tatakse e l e k t r i j õ u u k s. Nagu elektri kokkuajamine nii on ka iga muu töötegemine ühelt poolt jõuu kuluta-mine ja teiselt poolt jälle jõuu sünnitamine. Jõuu hulk on jäädaw (waata III). Sellepärast sünnib ka igalpool, kus mõnda jõudu töötegemiseks kulutatakse, otse niisama palju mõnda muud jõudu.

Soojus on ka jõud, sest tema paneb ju raudtee rongid liikuma, wabrikute masinad käima ja ka dünamo-masinad töötama. Soojus on päälegi weel nii ütelda tihe jõud, sest teda kulub isegi suure töö pääle imewähe. Kui näituseks külma weega täidetud toop kätte wõetakse, siis läheb see wesi peagi mõne kraadi soojemaks, sest käte seest läheb soojust wee sisse. Aga kui seda soojuse hulka saaks töötegemiseks ära kulutada, mis toobi wett ainult ühe kraadi wõrra soojemaks teeb, siis wõiks sellega juba 19 puuda ühe sülla kõrgusele üles tõsta.

Soojus on weel sellepoolest iseäralik jõud, et ni-melt teda sääl wäga kergesti sünnib, kus mõnda muud jõudu kulutatakse: töötegitjal läheb keha soojaks, puusaagimise juures läheb ka saag ja puu-rimise juures puurimiseriist kuumaks jne. Niisama läheb ka see traat soojemaks, mida mööda kokkuäetud elekter anodist katodi poole tagasi woolab, sest elektri woolamise pääle kulub see jõud ära, mis kokkuäetud elektril oli ja selle jõuu asemel sünnib soojust, ja kui elekter oma woolamisel muud tööd ei teegi, siis muutub tema jõud terwelt soojuseks.

Nii sünnitab woolaw elekter iseenesest soojust, ilma et selle jaoks mõnda iseäralist riista tuleks abiks võtta. See soojus sünnib terwes selles traadis, mida mööda elekter woolab. Aga kui mõni traadi osa elektrit rohkem takistab, siis kulub elektril säält läbiwoolamiseks selle võrra rohkem jõudu ja see traadi osa läheb selle võrra rohkem soojemaks. Sellepärast on need traadid, mida mööda elekter keskjaamast tuleb ja sinna tagasi woolab, wasest ja weel võimalikult jämedad tehtud, et elekter võimalikult vähe jõudu nende traatide ilmaegse soojendamise pääle kulutaks. Elektri lambid ja elektri ahjud on jälle nii tehtud, et elektril säält iseäranis raske läbi pääseda on; sellepärast kulutab elektri lambist wõi elektri ahjust läbiwoolaw elekter suurema osa oma jõuust nimelt lambi wõi ahju soojendamise pääle. Kui näituseks elekter ühe amperi tugewusega mõnest lambist läbi woolab, kus elektri takistus 110 oomi suur on ja kui nendes traatides, mida mööda elekter lambisse tuleb ja säält jälle tagasi läheb, takistus ainult 10 oomi on, siis kulutab elekter igal sekundil $110 \div 10 = 120$ dshouli jõudu ära ja sellest hulgast kulutab ta lambi soojendamiseks nimelt 110 dshouli.

XIII. Hüdrolekter ja termoelekter.

Dünamomasina abil pandakse elektrit suurel määdul woolama. Wäga sagedasti aga on tarwis elektrit ainult wähesel määdul woolama panna, näituseks elektri kellade kõlistamiseks ja isegi ka telegraferimiseks. Seda tehtakse harilikult sellekohaste wedelikkude abil, aga osalt ka soojuse abil. Wedeliku abil woolama pandud elektrit nimetatakse hüdrolektriks ja soojuse abil woolama pandud elektrit termoelektriks.

On tuttaw, et suurem osa aineid mitmest osainest koos on. Nii on kustutatud lubi põletatud lubjast ja weest koos ja paekiwi on ka põletatud lubjast ja ühest gaasist koos, mida wähesel määdul õhus leidub ja mida söehap-

peks nimetatakse. Kui lupja põletatakse, siis lahkuvad paekiwi söehappeks ja põletatud lubjaks. Kui kustutatud lubja abil müürisid ehitatakse, siis üheneb põletatud lubi, mis kustutatud lubjas on, aegamööda jälle õhu söehappega uuesti paekiwiks, aga see wesi, mis kustutatud lubjas on, lahkuwad siis põletatud lubjast ja sünnitab uutes kiwiehitustes wastumeelset niiskust. Kustutatud lupja nimetatakse ka wee ja põletatud lubja ühenduseks ja niisama ka paekiwi — söehappe ja põletatud lubja ühenduseks. Wesi, põletatud lubi ja söehape on igaüks ise weel kahest osainest koos: wesi — wesiinikust ja hapnikust, põletatud lubi — kaltsiumist ja hapnikust ja söehape — süsinikust ja hapnikust. Wesiinik, hapnik, kaltsium ja süsinik on juba päris lihtained.

Mõned aine ühendused lahkuwad wedelas olekus osalt kaheks elektriseks osaineks. Üheks osaineks on enamasti wesiinik wõi mõni metall ja see on positiwseks elektrine; teine osaine on siis muidugi negatiwseks elektrine. Elektristeks osaineteks lahkuwad iseäranis happed, lehelised ja soolad, ja iseäranis siis, kui nad paraja hulga wee sees on ära sulatatud. Neid aineid, mis suurel määral elektristeks osaineteks lahkuwad, nimetatakse elektrolütideks.

Elektrised osained on elektrolüti sees nii ütelda pool lahkunud: mõne asja poolest saab sääl kumbagi osainet üksikult märgata, kuna mõne teise asja poolest neid jälle üksikult märgata ei ole. Aga kui elektrolüti sisse nende traatide otsad ulatawad, mis dünamomasina anodi ja katodi küljest tulewad, siis tungib positiwne osaine muidugi katodi traadi juurde, kus negatiwne elekter on, ja negatiwne osaine jälle anodi traadi juurde. Siis tulewad need osained selgesti nähtawale. Kui elektrolütiks näituseks mõne nikkeliisoola sulatis on, siis on sääl positiwseks osaineks nikkel ja see tungib katodi traadi külge, nii et see traat peagi puhta nikkeli korruga kaetud on. Nii saab elektri

abil metallide sooladest puhast metalli välja lahutada. Sel teel kaetakse ka metallist asju parema metalli korruga: et mõnda asja hõbetada, selleks võetakse mõne hõbedasoola sulatis, seatakse anodi ja katodi traadi otsad sinna sisse ja riputatakse hõbetataw asi katodi traadi otsa.

Elektrolütid ongi need wedelikud, mille abil elektrit saab woolama panna. Enamasti tarwitatakse elektri woolama panemiseks happeid ja iseäranis wääwlihapet. Happed on niisugused elektrolütid, millel positiwseks osaineaks nimelt wesinik on. Negatiwne osaine on igal happel isesugune; wääwlihappel on see wääwlist ja hapnikust koos, salpetri- ehk lämmastikuhappel lämmastikust ja hapnikust, wosworihappel wosworist ja hapnikust, soolahappel kloorist jne. **Kui mõni hape mõne metalliga kokku puutub, siis tungib happe negatiwne osaine metalliga ühinema.** Selle juures saab wesinik happe seest wabaks, sest metall lähebgi nimelt wesiniku asemele. Wist on küll igaüks näinud, kuidas tsingitükid soolahappe wõi mõne muu happe sees „keema“ hakkawad. See keemine ei ole muud kui wabaksaanud wesiniku wäljalahkumine: happe negatiwne osaine üheneb sääl suurel määdul tsingiga ja selle juures saab wesinikku nii palju wabaks, et ta wullidena sulistades happe seest välja tuleb. Happe negatiwsel osainel ongi iseäranis suur tung nimelt tsingiga üheneda. Aga kui hape klaasi walatakse ja sinna happe sisse täiesti puhas tsingitükk pandakse, siis saab happe negatiwne osaine ainult esimesel silmapilgul ja õige wähesel määdul tsingiga üheneda. Sest kui tsingitükk nende negatiwse osaineraasukestega kokku puutub, mis tsingiga ühenema tungiwad, siis saab ta ise negatiwself elektriseks ja elektri tungi pärast ei saa siis enam uusi negatiwse osaine raasuke siingi külge tulla. Kui nüüd sinna klaasi happe sisse weel kokkupressitud sötükk seatakse, mis tsingitükiga mitte kokku ei puutu, siis saab see sötükk sääl positiwself elektriseks. Sest kui negatiwse osa-

aine raasukesed tsingiga ühenewad, siis tungiwad wabaksaanud positiwsele elektrisele wesiniku raasukesed happe sisse laiale ja nendega kokku puutudes saab muidugi ka söetükk positiwsele elektrisele. Nii saab igast lihtsast klaasist elektri kokkuajamise riist, kui sinna wäwlihapet sisse walatakse ja happe sisse täiesti puhas tsingitükk ja kokkupressitud söetükk seatakse: negatiwset elektrit läheb siis tsingisse kokku ja positiwset söesse. Seda elektri kokkuajamise riista nimetatakse hüdroelektri elemendiks. Tsink ja süsi on siin elektrodideks — tsink katodiks ja süsi anodiks. Kui söe küljest traat tsingi külge seatakse, siis woolab positiwne elekter söest tsingisse ja häwitab sääle negatiwsele elektri. Aga kui negatiwne elekter tsingist kaob, siis pääsewad jälle uued negatiwsele osaine raasukesed happe seest tsingiga ühenema ja tsink saab uuesti negatiwsele elektrisele ja süsi positiwsele. Nii wõib elekter wahetpidamata söest tsingisse woolata, kuni tsink wõi hape otsa saab. — Hüdroelektri elemendi katodiks wõib tsingi asemel muidugi ka mõni muu elektriedasilaskja aine olla, mis aga happe negatiwsele osaainega küllalt ühenema tungib. Niisama wõib ka anodiks söe asemel mõni muu aine olla, mis aga elektrit küllalt kergesti edasi laseb ja happe negatiwsele osaainega mitte sugugi wõi wäga wähe ühenema tungib.

Kui positiwne elekter anodist wälja woolab, siis tungiwad wabad wesiniku raasukesed oma elektri mõjul nimelt anodi juurde kokku ja kui nende elekter anodi kaudu ära on läinud, siis alles saawad nad üksteisega kokku wäikesteks wullideks üheneda, sest ennem hoidsiwad nad oma elektri mõjul üksteisest eemale. Sellepärast ilmuwad hüdroelektri elemendis wesiniku wullikesed nimelt anodi küljes. Need wesiniku wullikesed hakkawad elemendi tööd takistama. Sest wesinik tungib ka happe negatiwsele osaainega ühenema ja kui teda anodi külge küllalt on kogunud, siis wõiwad happe negatiwsele osaine raasukesed ühetugewuselt

katodi ja anodi poole tungida, ja elemendi töö on lõpp. Et element takistamata saaks edasi töötada, selleks seatakse anodi ümber niisugust ainet, mis hapnikku kergesti ära annab. Siis üheneb anodi juurde tulew wesinik selle hapnikuga weaks ja anodi pind jääb wesiniku wullidest wabaks.

Iga gramm anodi juurde tulewat wesinikku toob anodile 96540 kulonit elektrit. Selle järele wõib wälja rehkendada, kui palju wääwlihapet ja tsinki elemendi sees siis ära kulub, kui anodist mõni hulk elektrit katodisse woolata lastakse. Sest üks gramm wesinikku saab nimelt 49 grammist wääwlihappest ja ühe grammi wesiniku asemele läheb nimelt 32 ja pool grammi tsinki.

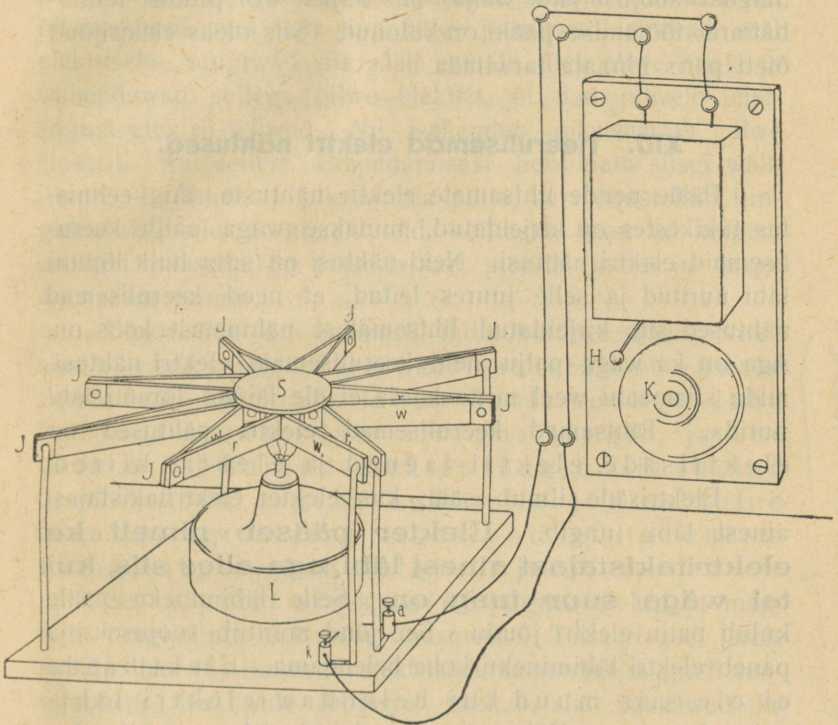
Iseäranis tähtsad on need hüdroelektri elemendid, mida **akkumulatoriteks** ehk **kogujateks** nimetatakse. Need elemendid wõiwad alles siis töötada, kui nendest enne on elektrit läbi woolata lastud, ja nendest wõib elektri jõudu ainult niipalju saada, kui palju teda elektri läbiwoolamise pääle on kulunud. Akkumulatoritesse on siis wõimalik elektri jõudu tagawaraks koguda. Akkumulatorite kokkusead põhjened järgmise kahe nähtuse pääl: 1) hapnik tungib pea kõikide teiste lihtainetega ühenema; neid ühendusi nimetatakse **oksüdideks**; 2) paljud oksüdid **wõiwad** siis, kui nad mujalt wabaks saanud hapnikuga kokku puutuwad, temaga weel nii üheneda, et nad seda uut hapnikku jälle kergesti ära annawad; neid ühendusi nimetatakse **ülioksüdideks**. Praegu tarwitatawas tinaakkumulatoris on wääwlihappe sisse anodiks ja katodiks tinaplaadid seatud, mis tinaoksüdiga on kaetud. Kui need plaadid traatide abil dünamomasina elektrodidega ühendatakse — anodi plaat anodiga ja katodi plaat katodiga, siis tuleb dünamomasinast anodi plaadisse positiwset elektrit ja katodi plaadisse negatiwset. Selle elektri mõjul tungib wääwli happe negatiwne osaaine, milles rohkesti hapnikku on, anodi plaadi juurde, kus temast üks osa hapnikku lahkuw ja plaadi tinaoksüdiga tina ülioksüdidiks üheneb. Wääwli-

happe positiivne osaaine — vesinik — tungib jälle katodi juurde, kus ta tinaoksüdi hapnikuga weaks üheneb, nii et tinaoksüdist puhas tina järele jääb. Nii saab väljast tulnud elektri mõjul akkumulatori anodi plaat wiimaks tina ülioksüdiga kaetud ja katodi plaat saab tinaoksüdist puhtaks. Nüüd võib akkumulator ise töötama hakata — elektri woolu sünnitada: wäwlihappe negatiivse osaaine hapnik tungib katodi puhta tinaga ühenema ja wiib sinna negatiivset elektrit; niisama wiib wabaks saanud vesinik oma positiivse elektri anodi plaadisse, sest ta tungib selle hapnikuga ühenema, mis anodi plaadil tina ülioksüdist kergesti lahkub.

Wiimane lihtsam elektri nähtus, mis tulewikus wististi tegelikus elus laialiselt tarwitusele tuleb, on termoelektri wool. **Kui mõnda elektriedasilaskjat keha ühest kohast soojendatakse, siis ilmub selles kehas elektri tung, mis soojast kohast eemale või sooja koha poole on sihitud.** Kui näituseks raudpulka ühest otsast soojendatakse, siis tungib elekter säält soojast otsast eemale, aga kui waskpulka ühest otsast soojendatakse, siis tungib elekter sinna sooja otsa kokku. Kui nüüd raudpulk ühte otsa pidi waskpulgaga on ühendatud ja seda ühenduse kohta soojendatakse, siis tungib elekter waskpulga jahedast otsast pulkade ühenduse koha poole ja säält raudpulka mööda edasi selle jahedasse otsa. Sellega ongi riist walmis, mis soojuse abil elektrit ühest kohast teise ajab. Seda riista nimetatakse termoelektri elemendiks. Pulkade jahedad otsad on siin elektrodideks — raudpulga jahe ots anodiks ja waskpulga jahe ots katodiks. Elektri tung on ühes termoelektri elemendis väga wäike. Sellepärast ühendatakse mitu elementi kokku üheks elementide koguks ehk *battareiks*. Pilt 54 kujutab niisugust *battareid*, kus lamp L waskpulkade w ja raudpulkade r ühenduse kohtasid S soojendab. Selle *battarei* anodi küljest läheb traat läbi elektrikella K katodi külge,

nii et see elekter, mida soojus woolama paneb, siin elektrikella kõlistab.

Akkumulatorid ja termoelemendid ei kulu korraliku tarvitamise juures peaaegu sugugi. Ainult akkumulatorid on siis jälle tarvis elektrijõuuga täita, kui nad oma jõuu



Pilt 54. Termoelektri wool.

elektrilampide valgustamise pääle wõi elektrimotori ümberajamise pääle on ära kulutanud. Neid wõib termobattarei uuesti elektrijõuuga täita, aga termobattarei töötamise pääle kulub soojust. Kuid soojus on nii ütelda väga tihe jõud, nagu me seda juba enamalt oleme nimetanud, sellepärast kulub teda ka elektri jõuu sünnitamise pääle väga wähe. Kui nüüd tulewikus korda läheb termobattareisid nii kokku

seada, et neid ahju ja pliidi seintesse saab sisse müürida, siis wõivad need termobattareid iga ahjukütmise ja pliidi-soojendamise ajal akkumulatoritesse jõudu saata. Ja kui siis akkumulatorite abil elektrilambid toas ja köögis helen-dama pandakse, siis tuleb säält lampidest ka see wäike hulgake soojust jälle wälja, mis ahjust wõi pliidist termo-battarei töötamise päale on kulunud. Siis oleks elektrijõud õieti päris hinnata tarwitada.

XIV. Keerulisemad elektri nähtused.

Päale nende lihtsamate elektri nähtuste, mis eelmis-tes tükikestes on kirjeldatud, tuntakse wäga palju keeru-lisemaid elektri nähtusi. Neid nähtusi on suur hulk lõpuni läbi uuritud ja selle juures leitud, et need keerulisemad nähtused siin kirjeldatud lihtsamatest nähtustest koos on. Aga on ka wäga palju neid keerulisemaid elektri nähtusi, mida siimaani weel mitte korda ei ole läinud lõpuni läbi uurida. Tähtsamad keerulisemad elektri nähtused on elektrisäde, elektri laened ja elektri kiired.

Elektrisäde ilmub säält, kus elekter elektritakistajast ainst läbi tungib. **Elekter pääseb nimelt ka elektritakistajast ainst läbi, aga alles siis, kui tal wäga suur tung on.** Selle läbimineku päale kulub palju elektri jõudu. See jõud muutub soojuseks ja paneb elektri läbimineku koha helendama. Elektrisäde ei ole siis muud kui helendaw elektri läbi-mineku tee. Kõige suurem elektri säde on wälk. Iga elektrisädeme kaasas käib raksatus, nagu wälgu kaasas mürin. Kui elektrisäde õhus ilmub, siis tuleb see raksatus kuumaks läinud õhu äkilisest laienemisest.

Pikse löökide ärahoidmiseks seatakse piksewardad üles. Piksewarras on metallist. Tema ülemine ots on terawaks lehtud ja tema alumise otsa küljest hästi jäme traat niiskesse kohta maa sisse seatud. Piksewarras hoiab oma ligemat ümbrust kahel wiisil wälgu löökide eest:

Solca for La-blook

1) vähendab ta pikse pilweelektrit ja 2) wõtab ta wälgu löögid oma pihta. Kui pilwes elektrit on, siis tuleb selle elektri tungijoonte mõjul säääl kohal maa seest teistsugune elekter maa pinnale. Piksewarda traati mööda pääseb ta piksewardasse — pilwele weel ligemale. Ta tungib säääl piksewarda terawasse tipusse iseäranis tihedalt kokku. Need õhuosakesed, mis selle tipu külge puutuwad, saawad säääl elektriseks, tungiwad siis sääält eemale üles pilwe poole ja vähendawad sellega pilwe elektrit, et nad pilwele teistsugust elektrit wiiwad. Nii vähendab piksewarras pilwe elektrit. Kui sellest vähendamisest hoolimata siiski wälg ilmub, siis läheb ta piksewarda pihta, sest õhust läbi tungides otsib elekter nimelt neid kohtasid, kust tal kergem on läbi pääseda, ja piksewarrast mööda on tal ju kerge maa sisse minna.

Elektrisäde on enamasti mitmekordne säde. Sest seda elektrit, mis elektritakistajast endale teed läbi murrab, läheb sääält rohkem läbi, kui teda alguses läbi minema tungib, ja see ülearu läbiläinud elekter tungib siis tuldu teed mööda tagasi, aga selle juures tuleb teda jällegi ülearu tagasi, nii et ta uuesti sinna tungib, kuhu alguses jne.

See elektri wõnkumine järgneb elektri ja magneti tungijoonte liikumise lausetest. Teise lause järele (waata lhk. 46) ilmuwad elektrisädeme ümber magneti tungijooned. Kui säde lõppema hakkab, siis hakkawad ka need tungijooned kaduma. Aga kui mõnes kohas tungijooned kaowad, siis on see niisama hää, kui tuleks sinna kohta otse wastupidi sihitud tungijooni juurde. Elektrisädeme kõrwal on, nagu iga teise elektriwoolu kõrwalgi, magneti tungijooned ühelpool sädet ühele poole sihitud ja teisel pool sädet otse wastupidi. Nende tungijoonte kadumine on siis niisama hää, kui läheksiwad kõik need tungijooned, mis näituseks paremal pool sädet oliwad, sääält sädemest risti läbi pahemale poole: paremale poole ei jääks

siis enam tungijooni ja pahemal pool häwitaksiwad juurde-
tulnud tungijooned neile otse wastupidi sihitud endised
tungijooned ära. Aga sellega, et magneti tungijooned lõp-
pewast elektrisädemest risti läbi lähewad, sünnitawad nad
esimese lause järele (waata lhk. 45) sääl sädeme sees weel
elektri tungijooni, mis sinnapoole on sihitud, kuhu elekter
minemas oli. Sellepärast lähebgi sädeme läbi elektrit roh-
kem kui seda alguses minema tungis, ja ülearu läinud
elekter wõib tagasi tungides uut sädet sünnitada jne. —
Niisugust mitmekordset sädet nimetatakse ka wõnk u-
waks elektrisädemeks. Wõnkuwas elektrisädemes
järgnewad üksikud sädemed üksteisele nii ruttu ja see terve
wõnkumine lõpeb nii warsti, et waataja ainult ühte silma-
pilksset sädet näeb. Aga wäga kiiresti keerlewa peegli abil
saab siin igast üksikust sädemest pilti teha. Sääl pildi
pääle on siis ka näha, et esimene säde kõige suurem on ja
teised järgemööda wäga kiiresti vähemaks jääwad. See
wähemaks jäämine ja wõnkumise lõpp tuleb sellest, et elek-
tri jõudu, mis wõnkumise on sünnitanud, igas sädemes osa
soojuseks muutub.

Wõnkuwa elektrisädeme ümber laeneta b otsatu
tungijoonte meri. Sest meie praeguse ettekujutuse järele
täidab iga elektri raasuke oma tungijoontega terwet ilma-
ruumi ja kui see elektri raasuke kuhugi poole edasi hüp-
pab, siis heljub muidugi terve tema tungijoonte kogu te-
male sinnapoole järele. Pääle elektritungijoonte laenetamise
wõib siin ka magneti tungijoonte laenetamisest kõneleda,
sest elektri tungijoonte liikumise järele ilmuwad wõnkuwa
elektrisädeme ümber kord ühele, kord teisele poole sihitud
magneti tungijooned. On üks iseäraline nähtus, millepä-
rast tungijoonte liikumist wõnkuwa elektrisädeme ümber
iseäranis kohane on laenetamiseks nimetada. Tungijooned
ei hakka nimelt mitte korruga terwelt selle elektri raasukese
järele liikuma, mille ümber nad on. Kui elektri raa-
suke liikuma hakkab, siis tulewad esime-
sel silmapilgul tema tungijoontest ainult

kõige ligemad osad temale järele ja alles aegapidi hakkavad ka kaugemad tungijoonte osad järele tulema ja nimelt nii, et üks sekund pärast elektri raasukese liikuma hakkamist tema tungijoontest juba 30 000 000 000 tsentimetri pikused osad järele liikumas on, kahe sekundi pärast juba 2.30 000 000 000 = 60 000 000 000 cm pikused osad jne. Seda öeldakse lühemaft nii: **tungijoonte liikuma hakkamine laguneb walguse kiirusel laiale.** Selsamal wiisil laguneb ka liikumise lõppemine tungijooni mööda laiale.

Kaunis pikka elektrisädet on igalühel sel teel wõimalik saada, et suur paberileht sooja klaasi, sooja portselani wõi ka lihtsalt sooja ahjukülje pääle laiale seatakse ja sääl teda peoga kaunis tugewasti silitatakse. Peagi on märgata, et paberileht klaasile, portselanile, wõi ahjuküljele külge hakkab. Kui ta nüüd serwa pidi äkitselt ära tõmmatakse ja tema keskkohale sõrme lähendatakse, siis hüppab elekter raginal sädemena sõrmest paberisse, sest paberi silitamisel ilmub paberis negatiwne elekter, mis säält läbi õhu edasi paberi poole tungib. Kui elekter sõrmest paberisse hüppamise pääle ainult ühe tuhandemiljondiku sekundit tarwitab, siis on hüppamise lõpul tema tungijooned ainult 30 000 000 000 : 1 000 000 000 = 30 cm pikuselt temale järele liikumas. See järeleliikumine läheb tungijooni mööda nii edasi, et igal silmapilgul igast tungijoonest ikka ainult 30 cm pikune tükike liikumas on. Sest elektri hüppamise lõpul hakkab ka tema tungijoonte liikumine lõppema ja nii tungijoonte liikumahakkamine, kui ka nende liikumise lõppemine lähewad ju mõlemad tungijooni mööda walguse kiirusel edasi, nii et siin liikuma hakkamine liikumise lõppemisest ikka 30 cm ees on. Siin on nüüd wäga kohane 30 cm pikusest tungijoonte liikumise laenest kõneleda. Aga harilikult loetakse siin kirjeldatud liikumist ainult pooleks laeneks. Täis laene saaks alles siis, kui paberisse jõudnud elekter säält

järgmise tuhandemiljondiku sekundi jooksul sõrmesse tagasi hüppaks. Siis hakkasiwad tungijooned ka selle elektri järele tagasi liikuma ja igast tungijoonest oleks siis esimese 30 cm pikuse tüki järel weel teine niisama pikk tükk liikumas, ainult teine tükk teist pidi. See oleks 60 cm pikune täielik tungijoonete laene. Kui elekter niisama kiirelt terve sekund sõrme ja paberi wahel edasitagasi wõnguks, siis oleks säält kohalt juba 500 miljoni 60 cm pikust täielikku laenet wälja läinud.

Tungijooni on juba oma jagu raske ette kujutada. Tungijoonete liikumise ettekujutamine on weel raskem. Aga tungijoonete liikumise laenete juures wõib wahest juba nende paljas nimetus kuulajaid nii ära hirmutada, et nad nendest laenetest arusaada enam lootagi ei julge. Siisgi on wist küll igaüks nende laenete pilti näinud. Kui linaropsija linakolkme otsapidi kätte wõtab, siis kujutawad allarippuwad linakiuud ühte osa nendest elektri tungijoonetest, mis linaropsija käest siis igale poole wälja läheksiwad, kui tal käes positiwset elektrit oleks. Kui nüüd seda kätt wõngutatakse, siis laenetawad linakolkme kiuud niisama kui elektri tungijooned: säält on selgesti näha, kuidas kiudude liikumise laened kiudusid mööda ülewalt alla lähewad. Seda sama pilti wõib ka hobune oma sabajõhwidega näidata, ja nende laenete üleüldist kuju ja edasiminekut wõib ka iga käterätiku abil silmanähtawaks teha.

Elektri tungijoonete liikumise laened on ühtlasi ka magneti tungijoonete ilmumise laened, sest kus elektri tungijooned risti edasi liiguwad, säält ilmuwad ju magneti tungijooned (lhk. 46). Need magneti tungijooned on ühes laenepooles ühele poole sihitud ja teises laenepooles otse wastupidi. Et elektri tungijoonete liikumise laened ühtlasi ka magneti tungijoonete ilmumise laened on, sellepärast nimetatakse neid laeneid lühidalt elektrimagneti laenteks. Neid loetakse nii mitu korda tugewamaks wõi nõrgemaks kui mitu korda tugewam wõi nõrgem magneti tung esimeses

wõi teises laene pooles ilmub. Wõib kergesti arusaada, et kahed ühesugused elektrimagneti laened sääl kohal, kus nad kokku juhtuvad, siis tugewamaks saavad, kui esimeste laenete esimesed pooled teiste laenete esimeste pooltega kokku on juhtunud ja selle järele muidugi ka teised pooled teiste pooltega, aga siis nõrgemaks jääwad, kui esimeste laente esimesed pooled teiste laente teiste pooltega kokku juhtuvad. Seda nähtust nimetatakse laente interferentsiks; ta on kõikide laente ühine nähtus: weepinna laente juures võib interferentsi leida ja niisama ka igasuguste häälelaente juures.

Kui elektrimagneti laene mõnest elektri edasilaskjast kehast läbi läheb, siis tungib sääl kehas elekter ühest otsast teise ja säält jälle tagasi, sest laene esimeses pooles lähewad sellest kehast ühele poole sihitud magneti tungijooned risti läbi ja laene teises pooles otse wastupidi sihitud tungijooned. Kui nüüd terve rida elektrimagneti laeneid mõnest traadist risti läbi minemas on, siis wõngub sääl traadis elekter järjest ühest traadi otsast teise. Selle nähtuse abil ongi wõimalik ilma traadita ühest kohast teise telegraferida wõi telefonerida. Sest mitmel wiisil, näituseks hariliku telefoni kuulamise riista abil, saab seda kergesti märgata, kui mõnes traadis elekter wõnkuma hakkab. Selles jaamas, kust traadita telegraferida wõi telefonerida tahetakse, peab siis riist olema, millega elektrimagneti laeneid wõib soowi järele sünnitada. Teises jaamas, kuhu telegraferida wõi telefonerida tahetakse, peab jälle sellekohane traat olema, milles elektrimagneti laened elektri wõnkuma panewad ja millega ka telefoni kuulamiseriist ühendusesse on seatud. See traat wõetakse hästi pikk ja seatakse wabasse õhuse üles, nii et ülemine ots ligidalolewatest ehitustest küllalt kõrgemale ulataks. Traat peab selleks hästi pikk olema, et iga eemalt tulew elektrimagneti laene temast wõimalikult laiemalt läbi läheks ja sellega ka traadis wõimalikult suuremat elektri tungi sün-

nitaks. Ümberolewatest ehitustest peab traat selle jaoks kõrgemale ulatama, et elektrimagneti laened waba õhku mööda traadi juurde jõuaksiwad. Sest kui nad enne peaksiwad ümberolewatest ehitustest läbi tulema, siis paneksiwad nad säääl metallist osades elektri wõnkuma ja sünnitaksiwad uusi elektrimagneti laeneid, mis nendega ühes edasi minnes neid interferentsi läbi nõrgendaksiwad wõi koguni häwitaksiwad. Selle nähtuse kohta öeldakse lühidalt, et elektri edasilaskjad kehad elektrimagneti laente edasiminekut takistawad. Selle nähtuse pärast seatakse ka säääl jaamas, kus elektrimagneti laeneid sünnitatakse, hästi pikk traat wabasse õhuse üles ja laente sünnitamiseks pandakse elekter nimelt selles traadis wõnkuma. Neid mõlemas jaamas ülesseatud traatisid nimetatakse antennideks.

Laente wastuwõtjas antennis hakkab elekter iseäranis siis hästi wõnkuma, kui läbiminewad laened teda otse niisama kiiresti wõnkuma lükkawad, kui kiiresti elekter ise säääl wõnkuma tungib. Siis öeldakse, et laente wastuwõtja antenn laente wäljasaatja antenniga kokkukõlas on. Nimelt hakkab igas traadis elekter siis iseenesest wõnkuma, kui ta ainult üks kord on traadi ühe otsa poole liikuma lükatud. See elektri wõnkumine sünnib muidugi selsamal wiisil nagu wõnkuwas elektrisädemes. Lühemas traadis on see wõnkumine kiirem, pikemas traadis aeglasem. Selle wõnkumise kiirust saab weel sel teel muuta, et traat osalt spiraliks kokku keeratakse wõi traadi otsa külge lai metallist plaat kinnitatakse ja selle ligidale teine niisamasugune plaat seatakse, mille küljest traat maa sisse läheb.

Spiraliks kokkukeeramine mõjub selle läbi wõnkumise kiiruse pääle, et magneti tungijooned, mis traadi ümber siis ilmuwad, kui elekter traadis liikuma hakkab, traadi spiralis iga rõnga ümber ilmudes naabrirõngastest risti läbi liiguwad ja sellega säääl elektri tungi sünnitawad, mille siht elektri liikumise sihile otse wastu on. See uus elektri

tung raskendab elektri liikuma hakkamist. Kui elektri liikumine traadis jälle lõppema hakkab, siis sünnitavad kadu-
jad magneti tungijooned oma tagasiminekul traadi rõngas-
tes uuesti elektri tungi. Aga see uus elektri tung on sin-
napoole sihitud, kuhu elekter minemas oli, ja sellepärast
pikendab ta elektri liikumist.

Metallist plaatide paar mõjub wõnkumise kiiruse
pääle, sellega, et elekter mis traadist plaadisse on tulnud,
säält mitte nii tugewasti tagasi traadisse ei tungi kui liht-
sast traadi otsast wõi ka lihtsast üksikust plaadist. Sest
selle elektri mõjul tuleb teise plaadisse maa seest teist
elektrit ja need kaks elektrit tungiwad siis seda tugewa-
mini nimelt teine teise poole, mida ligemal plaadid ükstei-
sele on. Et elekter mitte sädemena ühest plaadist teise ei
hüppaks, selleks seatakse nende plaatide wahele weel klaas-
plaat. See klaasplaat vähendab metallplaadisse tulnud
elektri tagasitungimist omalt poolt weel. Sest temast lähe-
wad ju elektri tungijooned ühest metallplaadist teise min-
nes läbi ja nende mõjul ilmub klaasipinnale sinna külge
positiwne elekter, kus metallplaadis negatiwne on, ja sinna
külge negatiwne, kus metallplaadis positiwne elekter on
(waata VIII). Kui nüüd metallplaadid otse klaasplaadi kül-
jes seisawad, siis puutub metallplaadi elekter klaasplaadi
omaga kokku ja et need elektrid teine teistsugune on, siis
saab metallplaadis otse niipalju elektrit märkamataks, kui
palju teda klaasplaadi pinnale on ilmunud. Niisugust
plaatide kogu nimetatakse kondensatoriks ehk tihend-
dajaks, sest temas wõib elekter tihedalt koos olla, ilma
et ta säält tugewasti wälja tungiks. Kondensatorid teh-
takse enamasti laia kaelaga pudelitest wõi purkidest, mis
seestpoolt ja wäljastpoolt tinapaberiga üle kleebitakse.
Need tinapaberid ongi metallplaatideks ja pudeli sein nende
wahel klaasplaadiks. Niisugust kondensatorit nimetatakse
ka Leideni pudeliks.

Leideni pudelid ja traadi spiralid seatakse selleks an-
tennidele külge, et neid antennisid kokkukõlasse saada.

Leideni pudelite abil ongi ka võimalik küllalt jõurikkaid wõnkuwaid sädemeid saada, mis laente wäljasaatjas antennis elektri tarwilikult wõnkuma panewad.

Traadita telegrafi nimetatakse wahel ka radiotelegrafiks ehk kiirte telegrafiks, sest elektri magneti laeneid nimetatakse ka elektrimagneti kiirteks. Kiir ei ole küll mitte seesama, mis laene, aga kiirte kogu wõib seesama olla, mis laente kogu. Ka walguse kohta on leitud, et ta laenetamine on, nii et walguse kiirte kogu ühtlasi ka walguse laente kogu on. Et walgus laenetamine on, seda näitab walguse interferents: kus kaks ühesugust walguse kiirte kimpu kokku juhtuwad, sääl wõib walgus suurenda wõi ka wäheneda. Kõiki neid teadmisi, mis siamaani walguse laente kohta on kogutud, wõib järgmiseks lauseks kokku wõtta: **walguse laened on otse niisugused, nagu wäga lühikesed elektrimagneti laened olema peaksiwad.** Nii lühikesi elektrimagneti laeneid ise ei ole weel mitte korda läinud sünnitada, sest ei osata weel elektrit nii kiiresti wõnkuma panna. Aga iga aastaga jõutakse sellepoolest edasi ja wahest wõib juba mõne aasta pärast kindlasti ütelda, et nii päikese pinnal kui ka tuleleegis nimelt kiiresti wõnkuw elekter see on, mis säält kiiri wälja saadab.

Nähtawasti ei ole mitte kõik kiirte kogud ka laente kogud. Kui klaastoru sisse ühest otsast selle traadi ots seatakse, mis wäga tugewa kokkuajamise riista anodi küljest tuleb, ja teisest otsast selle traadi ots, mis katodi küljest tuleb, ja selle järele torust õhk võimalikult täiesti wälja pumbatakse, siis wõib märgata, et toru sees mõlemast traadi otsast kiired wälja lähewad, mis mitte laened ei ole.

Neid kiiri, mis katodi traadist wälja lähewad, nimetatakse katodi kiirteks, teisi anodi kiirteks. Nende kiirte kohta on leitud, et katodi kiired negatiwsetest elektri raasukestest koos on ja anodi kiired positiwsetest, sest elektri tungijoonte ja magneti tungijoonte mõjul kalduwad

nad sinna poole kõrwale, kuhu need elektri raasukesed kalduma peaksiwad. Kui katodi kiired kuhugi mõne keha pinnale jõuawad, siis ilmuwad säält kohalt uued kiired, mida nende ülesleidja nime järele Röntgeni kiirteks nimetatakse. Ka Röntgeni kiirte kohta ei ole weel siimaani leitud, et nad laened oleksiwad. Mõne asja poolest on nad küll walguse-kiirte sarnased; näituseks mõjuwad nad päewapildi plaadi pääle ja panewad sellekohaseid aineid helendama ehk fluorestserima. Nad pääsewad ka walguse-kiirte wiisil klaasist ja õhust läbi, kuna katodi ja anodi kiired ka õhku mööda kuigi kaugele ei jõua. Aga Röntgeni kiired pääsewad weel ka puust ja lihast ja paljudest teistest ainetest läbi, kust harilik walgus läbi ei pääse. Raskem on nendel luust ja rasketest metallidest läbi pääseda — iseäranis raske seatinast. Röntgeni kiiri on iseäranis arstiteaduses tarwitama hakatud. Nende abil wõib elawa inimese luudest päewapilti walmistada ja säält pildi päält on siis kerge üles otsida, kus kohal mõni luu wigastatud on. Ja kui kehasse mõni metallitükk — mõni nõel wõi püssikuul — on juhtunud, siis wõib ka selle asupaika niisuguse päewapildi järele üles otsida ja siis seda metallitükki kergemini wälja lõigata.

Sisu juhataja.

	Lhk
I. Elektri aastasada. Merewaigu nähtus. Wall; elektri säde. Volta; elektri wool. Carlisle ja Nicholson; ainete lahkumine elektri mõjul. Oersted; elektri magnet. Faraday; elektri woolu sünnitamine liikumise abil. Bell; elektri woolu sünnitamine hääle abil. Hertz; elektri laened. Marconi. Röntgen	3—7
II. Järgnewate tükikeste sisu. Lihtsamad nähtused ja teadmiste kokkuwõtted. Luule ja arwamised	7—9
III. Üleüldised mõõdud. Meter. Gramm. Düün. Dshoul. Jõuu jäädawuse lause. Watt	9—12
IV. Tungijooned. Raskuse tungijooned. Tungijoonete tiheduse ja tungi tugewuse wahekord	12—14
V. Elektri tung. Elektri tungijooned. Hõõrumise elekter. Kõige lihtsam elektri awalduis. Elektri tungijoonete näitamine. Elektroskop. Keerkaal.	14—19
VI. Positiwne ja negatiwne elekter. Kahesügune elekter. Elektri tungi lause. Märkamata tung. Elektri tungi siht. Elektri pendel	19—25
VII. Elektri edasilaskjad ja takistajad. Elektri liikuma tungimine. Elektri tungimise siht. Elektri edasipääsemine. Woolawa elektri tähtsus. Eraldamine ehk isolerimine. Kabel.	26—30
VIII. Elektri hulk. Kolm küsimist. Elektri hulga wäike mõõt. Tungijoonete kimbud. Elektri jäädawuse lause. Elektri koefitsient. Elektri lahkumine elektri takistajas kehas	30—38
IX. Magneti tung. Magneti tungi tähtsus elektri kohta. Magneti otsad. Magneti tungi laused. Põhja magnet ja lõuna magnet. Wahe magneti ja elektri nähtuste wahel. Magneti koefitsient. Nähtawad tungijooned	38—44

	Lhk.
X. Dünamo ja elektrimotor. Tungijoonte liikumise laused. Woolupool. Elektrimagnet. Kõige lihtsam dünamomasin ja kõige lihtsam elektrimotor. Elektrodid — anod ja katod. Dünamo töötamine. Elektrimotori töötamine. Elektri keskjaamad	44—59
XI. Woolawa elektri mõõdud. Elektriwoolu tugewus. Amper. Elektrihulga suur mõõt. Kulon. Elektri põnewus. Wolt. Elektri takistus. Oom	59—63
XII. Elektri soojus. Elektri jõud. Elektri jõuu muutumine soojuseks	64—65
XIII. Hüdroelekter ja termoelekter. Ainete lahkumine ja ühene- mine. Ühendused ja lihtained. Elektrolütid. Hüdro- elektri element. Elemendi takistamata edasitöötamine. Elektrolüti elektri hulk. Akkumulatorid ehk kogujad. Termoelektri wool. Termoelektri element ja battarei. Termoelementide ja akkumulatorite koostöötamine . . .	65—72
XIV. Keerulisemad elektri nähtused. Elektrisäde. Piksewarras. Wõnkuw säde. Tungijoonte laenetamine. Elektrimagneti laened. Interferents. Traadita telegrafi ja telefoni wõi- malus. Antennid. Kondensator ehk tihendaja. Leideni pudel. Walguse laened. Katodi ja anodi kiired. Röntgeni kiired	72—81

Tähtis trükiwiga.

10 lhk. 22-ne rida ülewelt peab „kiirus 981“ asemel olema „kiirus ühe sekundi pärast 981“.