

C 125

Elekter.

J. Sarw'e ettelugemiste sisu.

Elekter ilmub kolmes olekus: 1) statiline ehk seisew elekter, 2) elektri wool ja 3) elektri laened.

Täielikumaid teadmisi mõnest nähtusest arusaamiseks ja tema tarvitamiseks annab iseäranis selle nähtuse mõõtmine. Elektri mõõdud on üleüldiste ruumi, tungi ja jõuumõõtude järele walitud.

1. Üleüldised mõõdud. Pikkuse mõõduks wõeti 1799 a. **meter** (m). Ta pidi olema $\frac{1}{4000000}$ maakera ümbermõõdust. Wähem pikkuse mõõt on $\frac{1}{100}$ m ehk üks tsentimeter (cm). Ainehulga mõõduks wõeti **gramm** (g). Ta pidi ühe kubikcm wee ainehulk olema. Suurem ainehulga mõõt on 1000 g ehk kilogramm (kg). Ühesuurusteks loetakse neid ainehulkasid, mida selleks ühesuguselt lükata tuleb, et nad ühesuguselt liikuma hakkaksiwad.

Kõik kehad tungiwad ise allapoole liikuma — langema. See on raskuse tung. Õhuta ruumis on iga langema hakanud keha kiirus ühe sekundi (s) pärast 981 cm sekundis ($\frac{\text{cm}}{\text{s}}$) kahe s pärast $2.981 = 1962 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ kolme s pärast $3.981 = 2943 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ jne. Selle järele, et kõik kehad ühte moodi langewad, peab kahegrammilise keha raskuse tung ühegrammilise omast 2 korda suurem olema, kolmegrammilise tung 3 korda suurem jne. Sellepärast wõib iga keha ainehulka tema raskuse abil mõõta, kuna raskuse mõõtudeks ühe g ja 1 kg raskust tarwitatakse. Kuid 1 g on maakera poluste pool ja madalamates kohtades raskem ja ekwatori pool ja kõrgemates kohtades kergem. Sellepärast tarwitatakse teaduses teisi mõõtusid raskuse jaoks ja kõigi teiste tungide jaoks, mille mõjul kehad liikuma hakkawad. Tungimõõduks on **düün** wõetud. See on tung, mille mõjul 1 g ühe sekundi jooksul kiirust $1 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ juurde saab. Nii on 1 g raskus 981 düüni. Suureks tungimõõduks on 100000 düüni, see on tung, mille mõjul 1 kg ühe s jooksul kiirust $100 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ ehk $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ juurde saab. 1 kg raskus on 9,81 suurt tungi mõõtu.

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 kg ühe m wõrra kõrgemale tõstmiseks kulub, tarwitatakse jõuu hulga mõõduks ja nimetatakse kilogrammimetriks (kgm). Et kg igalpool üheraskune ei ole, sellepärast tarwitatakse teaduses jõuu hulga mõõduks **dshouli** (j), see on jõuu hulk, mis selle keha ühe m wõrra kõrgemale tõstmiseks kulub, mille raskus 100000 düüni ehk 1 suur tungimõõt on. Selle järele on $1 \text{ kgm} = 9,81 \text{ j}$. **Jõuu hulk on jädaw.**

Jõumasinate, jõuuloomade ja muude jõuuhallikate juures pandakse ennem jõuu suurust kui jõuu hulka tähele. Mida rohkem jõudu mõni jõuuhallik iga üksiku s jooksul wõib töötegemiseks kulutada, seda suuremaks loetakse tema jõudu. Jõuu suuruse mõõduks on **watt** (w) wõetud. See on selle jõuuhallika jõuu suurus, kust igal sekundil 1 j jõudu saab töötegemiseks kulutada. Suuremad jõuu suuruse mõõdud on 100 w ehk hektowatt (hw) ja 1000 watti ehk kilowatt (kw). Jõuu suuruse mõõduks tarwitatakse ka **hobuse jõudu** (HP). See on selle jõuuhallika jõuu suurus, kust igal sekundil 75 kgm jõudu saab töötegemiseks kulutada. Selle järele on $1 \text{ HP} = 75.9,81 = 736 \text{ w}$.

2. Statiline ehk seisew elekter. Mitmel wiisil, näituseks hõõrumise läbi, wõib mõnes kehas elektri olekut sünnitada — seda keha elektriseks teha. Elektri olek awaldab ennast selles, et elektrise keha osad üksteisest eemale tungiwad. Kehad, mis elektrise kehaga kokku puutuwad, saawad ka elektriseks, kas üleni, nagu metallid (elektri edasilaskjad ehk elektri teed), wõi ainult kokkupuutumise kohalt, nagu klaas, portselan, gummi (elektri takistajad). Nii elektriseks saanud kehad tungiwad üksteisest eemale.

Kui kaks ühesugust kuulikest üheskoos elektriseks on saanud ja siis ühe düüni tugewuselt üksteisest eemale tungiwad, kui nende keskkohad teineteisest 1 cm kaugusel seisawad, siis öeldakse, et kummasgi kuulikeses üks wäike mõõt elektrit on. Mitu korda suurema tungi puhul öeldakse, et kuulikestes elektrit nii mitu korda rohkem on.

Kui elektrine keha teistega kokku ei puutu, jääb ta elektriseks. Kui mitu keha, mille hulgas mõni elektrine on, kokku puutuvad, siis saavad nad kõik elektriseks, aga elektrit on nendes kõigis kokku otse niisama palju kui enne kokkupuutumist. **Elektri hulk on jäädaw.** Selle järele peab 1) igas kehas alati elektrit olema, 2) elektrises kehas rohkem kui harilikult (elektri liigsus) ja selle eest 3) mõnes teises kehas vähem kui harilikult (elektri puudus).

Elekter ise tungib ja kehad tungiwade elektrimõjul niiliikuma, et elektriliigsus või puudus sääl, kus neid juhtub olema, väheneksiwad. Selle juures on ühtlases ümbruses elektriosakeste mõju üksteise peale 1) nende kauguse ruutarwu ehk kwadradiga wastupidi proportsionalne ja 2) mitmesuguses ümbruses mitmesugune — õhus kõige suurem. Sellest järgneb: 1) elektripuudus (negatiivne elektriolek) awaldab ennast keha sees niisama kui elektriliigsus (positiivne elektriolek); 2) positiivselt elektrine keha ja negatiivselt elektrine keha tungiwad teine teise poole ja elekter tungib esimesest kehast teise; 3) elektrise keha mõjul muutuwad eemalolewate kehade osad elektriseks, kuna elekter nendesse osadesse koguneb, mis positiivselt elektrisest kehast kaugemal või negatiivselt elektrisele kehale ligemal on; need kehad tungiwad elektrise keha poole; 4) elektriedasilaskjas kehas ilmub liigsus või puudus keha pinnal ja iseäranis terawates tippudes, kust ta suurel määral siis wälja woolab, kui need tipud mõne wedeliku või gaasiga kokku puutuwad.

Kui elekter ühest kehast wälja ja nimelt teise kehasse tungib, siis öeldakse, et esimeses kehas elekter rohkem põnewil on kui teises, või et nende kehade elektripõnewusel (potentsiaalil) wahe on.

Elektri tungi lausetest järgneb: 1) igas kehas on alati harilik elektripõnewus; 2) kui üks ainuke keha positiivselt või negatiivselt elektrine on, siis on tema elektripõnewus suurem või vähem kui teistel kehal; 3) elektrise keha mõjul muutub ümberolewate kehade elektripõnewus nii, et ta ka mõnel positiivselt elektrisel kehal harilikust põnewusest vähemaks või saada või negatiivselt elektrisel kehal suuremaks.

Elektri põnewuse wahed loetakse siis ühesuurusteks, kui üks mööt elektrit suurema põnewusega kehast vähema põnewusega kehasse minnes ühepalju jõudu kulutab. Wäga suure põnewuse mõjul tungib elekter ka takistajast läbi, nagu õhu läbi pilwede maa sisse või maa seest pilwedesse (läbimine algab alati pilwede juurest).

3. Elektrilool. Kui kaks keha, mille elektripõnewused ühesuurused ei ole, mõne elektritee kaudu ühendatakse, siis hakkab elekter selle ühendaja keha läbi suurema põnewusega kehast vähema põnewusega kehasse woolama — elektritees ilmub elektrilool. Woolu loetakse selles tees või tee osas tugewamaks, kust igas sekundis rohkem elektrit läbi woolab. **Woolu ümbruses on magnedi tung, mille tugewus woolu tugewusega proportsionalne on.**

Magnedil on kaks otsa: üks tungib põhja poole (põhja ots), teine lõuna poole (lõuna ots). Kui magnedi ots kusgi kohal liikuma tungib, siis öeldakse, et sääl kohal magnedi tung on ja et selle tungi siht sinna poole läheb, kuhu põhja ots liikuma tungib. Magnedi ümbruses ja sees on magnedi tung, mille sihid põhja otsast wälja lähewad ja lõuna otsast sisse tulewad (ringsihid). Maakera on magnet, mille lõuna ots põhja nabaligidal on. Kui kahe ühesuguse wäga pika ja peenikese magnedi põhja otsad ühe cm kaugusel üksteisest ühe düüni tugewusega eemale tungiwad, siis loetakse kumbagi magnedit ühemööduliseks. Magnedi tungi suuruseks kusgi kohal loetakse ühemöödulise põhja otsa tungi suurust sääl kohal. Kui see tung 1 düüni suurune on, siis öeldakse, et sääl ühest ruutcm 1 magnedi tungi sihtide kimp otseristi läbi läheb, — kui, 2 düüni, siis 2 kimpu jne.

Üksiku sirge elektriloolu ümber käiwad magnedi tungi sihid otse ringide kujul, mille keskpunktidest selle woolu tee läbi läheb, ja nimelt nii, kui maakera magnedi tungi sihid selle elektriloolu ümber, mis päewa walguse järel näib ida poolt lääne poole woolawat. Wäga lühikese ja peenikese woolu ühtlases ümbruses on magnedi tungi suurus 1) kauguse ruutarwuga wastupidi proportsionalne, 2) ühekaugustel kohtadel säält nähtawa woolu pikkusega otse proportsionalne ja 3) mitmesugustes ümbrustes mitmesugune — rauas kõige suurem. Nendest lausetest järgneb: 1) magnet seab ennast elektriloolu ligi-

dal woolu sihiga otseristi, kui teda ei takistata; 2) ringikujulised elektri woolud on magnedite sarnased (elektrimagnedid), nii et parallelsed ja ühele poole sihitud woolu osad üksteise poole tungivad ja wastupidi sihitud — üksteisest eemale; 3) elektriwoolu abil saab magnedid wõi rauatükka soowi järel liikuma panna (telegrafis, elektrimotoris, telefonis).

Elektri woolu tugewuse mõõduks loetakse teaduses selle väga lühikese ja peenikese woolu tugewust, mis õhus üks cm endast otseristi eemal nii mitme düüni suuruse magnedi tungi sünnitab, kui mitme cm pikkune ta ise on. Kui selles woolus tee pikkuse iga cm pääle 1 wäike mõõt elektrit tuleb, siis on woolu kiirus walguse kiiruse suurune — $300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ ehk $30000000000 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$. See mõõt on liig suur, sellepärast tarwitatakse tegelikus elus 10 korda vähemat mõõtu, millele **amper** nimeks on antud.

Seda elektri hulka, mis ühe amperilise woolu puhul ühe s jooksul mõnest elektri tee kohast läbi woolab, loetakse elektri hulga suureks mõõduks ja nimetatakse **kuloniks**. Selle järele on 1 kul. = 3000000000 wäikest mõõtu.

Kui 1 kul. elektrit ühest kehast teise minnes 1 j jõudu kulutab, siis loetakse nende kehade elektri põnewuse wahet ehk elektri woolamise tungi üheks mõõduks, mida **woldiks** nimetatakse.

Ühesugune woolamise tung ei too alati ühesugust woolu: kui elektri tee teistsugune on, wõib wool kas tugewam wõi nõrgem olla. Tugewama woolu puhul öeldakse, et tee elektrit vähem takistab, nõrgema puhul, — et tee rohkem takistab. Kui woolamise tung 1 wolt ja woolu tugewus 1 amper on, siis loetakse elektri tee takistust üheks mõõduks, millel **oom** nimeks on. Elektri takistus on 1) ühtlases elektri tees wõi tee osas selle tee wõi tee osa pikkusega otse proportsionalne ja temal läbilõike pinna suurusega wastupidi proportsionalne, ja 2) mitmetes metallides mitmesugune — hõbedas ja wases õige wäike ja platinas õige suur. Ühe amperilise woolu ja ühe oomilise takistuse puhul kulutab elektri wool iga sekundil 1 j jõudu. Selle asemel sünnib niisama palju soojust, sest jõud on jäädaw. Sellepärast läheb elektri tee woolu mõjul soojemaks ja iseäranis need tee osad, kus takistus suurem on. Nii on elektri ahjus ja lambis niisugune tükk elektri teed, milles takistus väga suur on. Lambis peab see tükk weel niisugune olema, et ta kuumalt hästi helendab.

4. Elektri woolu sünnitamine. Elektri wool sünnitab mitmeid nähtusi (aine teisenemise tungi, soojuse tungi, magnedi tungi sihtide läbilõikamist elektri teega), mis oma kord wastupidist elektri woolu wõiwad sünnitada.

a) Aine teisenemise tung. Palju wedelikka (elektrolütid ehk teise klassi teed) wõiwad ainult iseäralisel wiisil elektri tee osaks olla: kui muu (esimese klassi) teosa otsad (elektrodid) teine teist laadi elektriseks tehtakse, hakkab teise klassi teosa elektristeks osaaineteks lahkuma, nii et positiwselt elektrine molekuli osa (kation: metall, wesinik wõi nende laadi ühendus) negatiwsel elektrodil (katodil), aga muu molekuli osa (anion) positiwsel elektrodil (anodil) ilmub. Selle juures annawad ühewäärilised kationid (mis mõnes ühenduses üksteise aset wõiwad täita) katodile ühepalju elektrit, ja iga wesiniku atom nimelt 96540 kulonit. Sel teel 1) lahutatakse mitmeid metallisid (natriummi, kaliummi, kaltsiummi) sellekohastest ühendustest, 2) kaetakse metallist asju parema metalliga (nikeldatakse, hõbetatakse, kullatakse) ja 3) walmistatakse wäikestest kujudest järelokusid.

Kui ained, mis elektrodidel ilmuwad, sinna alale jääwad, siis tungiwad nad tagasi ühenema — katodi aine anionidega ja anodi aine kationidega. Anod saab siis, kui wäljastpoolt elektrit ei tule, ise positiwselt elektriseks ja katod negatiwselt, nii et aine teisenemise tung elektrit säält tagasi wiib, kuhu ta elektri tungi mõjul on tulnud. Sellest järgneb: 1) selleks et elektrolüt osaaineteks lahkuda wõiks, peab elektrodide elektripõnewuste wahe osaainete ühenemise tungiga vähemalt tasakaalus olema ja see ühenemise tung wõib elektrodidel ainult nii suurt põnewuste wahet sünnitada, mis selle tungiga tasakaalus on; 2) kui sellekohaste (näituseks seatinast) elektrodide kaudu elektrolütist (näituseks wääwli-happest) woolu (esiwoolu) läbi lastakse, siis wõib säält wastupidist woolu (järeelwoolu) niisama suurel mõõdul saada, nii et neid elektrodiseid ühes elektrolütiga woolu tagawara

aidaks — akkumulatoriks — nimetatakse; 3) kui elektrodid kumbgi iseainest on, nii et üks kationidega ja teine anionidega ühenema tungib või vähemalt teine teisest tugewamalt ühede ja nendesamade ionidega, siis võib säält woolu ilma esiwooluta saada, ja elektrodid ühes elektrolütiga nimetatakse woolu sünnitajaks (elemendiks). Elementide kogu on battarei.

b) Soojuse tung. Pääle selle, et woolu mõjul elektri tee iga osa üleni soojemaks läheb, läheb ühtlases teeosas veel üks ots iseäraliselt teisest soojemaks: mõnedest ainetest (tsingist, wasest, hõbedast) teeosas see ots, kuhu poole elekter woolab, teistest ainetest (platinast, aluminiumist, rauast) teeosas see ots, kust poolt wool tuleb. Soojus tungib soojemast otsast ja hõbedamasse ja wiib elektrit sinna tagasi, kust ta on tulnud. Sellest järgneb 1) kui kaks sellekohasest ainet, näituseks wasest ja rauast, elektritee tükki mõlemast otsast kokkupuutuwad, siis läheb ringwoolu mõjul üks kokkupuutumise koht teisest hästi soojemaks; 2) kui üks kokkupuutumise koht teisest soojemaks tehtakse, siis ilmub wool (termoelektri wool) ja seda suurem, mida suurem temperatuuri wahe on; 3) kui elektri tee mitmest süsugusest paarist (termoelemendist) järgemööda koos on, siis ilmub seda suurem elektri wool, mida rohkem neid paarisid on.

c) Magnedi tungi sihtide läbilõikamine elektri teega. Kui elektri wool temaga paralleelse teise woolu poole tungides liikuma hakkab, siis peab tema tee teise woolu magnedi tungi sihtisid läbi lõikama ja liikumine sünnib muidugi elektri jõuu kulul. Kui elektri tee mõne muu jõuu kulul magnedi tungi sihtisid läbilõikab, siis tungib temas elekter nii woolama, et selles elektri tees elektri jõudu otse nii palju sünnib, kui palju muud jõudu kulub. Selle juures on ükskõik, kas elektri tee magnedi tungi sihtisid läbi lõikab, või need sihid ise elektri teed 1) magnedi või teise woolu lähenemisel või eemale minemisel, või 2) magnedi või teise woolu suurenemisel või vähenemisel, sest woolu suurenemisel suureneb magnedi tung tema ümber nii, kui läheks woolu seest uusi magnedi tungi sihtisid walguse kiirusel välja, ja woolu vähenemisel nagu tuleks magnedi tungi sihid temasse tagasi. Seilest järgneb: 1) elektri tees ilmub wool (induktsiooni ehk mõjuwool), kui see tee magnedi tungi sihtisid läbilõikab või need sihid ise teda (maa induktsiooniwool, elektrimotori ehk dünamomasina wool, transformatori wool, telefoni wool); 2) induktsiooni wool on sellele woolule wastu sihitud, mille puhul elektri tee ise magnedi tungi sihtisid nii läbi lõikama tungiks, ja elektri tung on induktsiooni woolus sekundi jooksul läbilõigatawate magnedi tungi sihtide arwuga proportsionalne ja ühe kimbu läbilõikamisel nimelt $\frac{1}{100.00000}$ wolti; 3) algaw wool takistab iseennast ja lõppew wool suurendab ennast oma induktsiooni mõjul, sest igal elektri teel on jämedust ja säält võib otsatu palju woolu jooni tähele panna, mis oma ilmuwate või kaduwate magnedi tungi sihtidega üksteist läbi lõikawad, ja kui woolu tee üheks või mitmeks kõrwuti rõngaks on kokku keeratud, siis peawad magnedi tungi sihid, mis selle tee ühe tüki ümber ilmuwad või koguwad, sedasama teed ühest või mitmest kohast läbi lõikama.

5. Elektri laened. Kui lahtises elektri tees (mis mitte ringtee ei ole) elekter ühe teeotsa poole woolama on pandud, siis hakkab ta ise säält oma induktsiooni mõjul ühest teeotsast teise wõnkuma: ühes teeotsas ilmunud elektri liigsus wäheneb puuduseks, puudus suureneb liigsuseks jne. (see on wõnkuw elektri wool), mille juures wõnkumise kiirus tee pikkusega wastupidi proportsionalne on. Wõnkuwa woolu ümber wõngub magnedi tung; ühele poole sihitud tung wäheneb, kuna tema asemele teisele poole sihitud tung ilmub, mis omakorda wäheneb jne. (säält on elektri laened). Elektri laened lähewad walguse kiirusel igale poole laiale, kui neil elektri teesid ees ei ole. Elektri tees sünnitawad elektri laened wõnkuwa woolu, mis siis suureneb, kui tema wõngud selle tee oma induktsiooni wõnkudega ühekiired on.

Traadita telegrammide saatja riist on elektri laente sünnitaja. Wastuwõtja riista pääosaks on lahtine elektri tee ja temaga ühenduses iseäraline tüki (fritter) sellest ringteest, mis battareid kirjutamise riistaga ühendab. Fritter laseb alles siis battarei woolu läbi, kui lahtise tee wõnkuw wool temast läbi on tunginud.

