

1. ELEKTROMAGNETILINE INDUKTSIOON

1.1. ELEKTER, MAGNETISM JA ELEKTROMAGNETISM

- Elektromagnetismi aine
- Elektromagnetilise induktsiooni nähtus

Äsja lõpetasime kursuse nimetusega *Elekter ja magnetism*. Käesoleva õpiku pealkirjas on aga need kaks sõna ühendatud uueks mõisteks. Mida tähistab liitsõna *elektromagnetism*? Püüame kõigepealt selles selgusele jõuda.

Elektriõpetuse jagamisel osadeks oleme seni lähtunud **liikumise** mõistest. Elektrostaatikas vaatlesime teineteise suhtes paigal seisvate laetud kehade vastastikmõju. Alalisvoolu osas käsitlesime laengukandjate keskmistatud ühtlast liikumist. Magnetismi osas olid vaatluse all nähtused, mis kaasnevad laetud osakeste niisuguse liikumisega. Kõik see kokku moodustabki kursuse nimetusega *Elekter ja magnetism*.

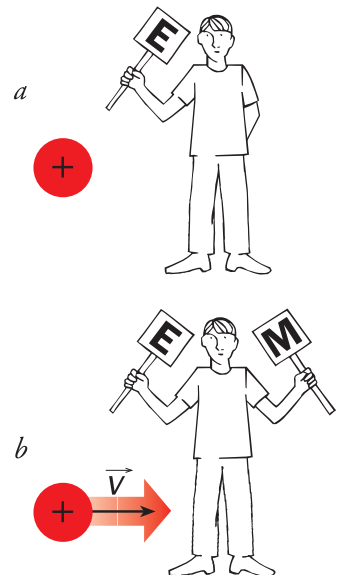
Elektromagnetism käsitleb elektri- ja magnetnähtuste sügavamaid omavahelisi seoseid ning vastastikuseid muundumisi. Ta uurib eelkõige laetud osakeste mitteühtlast liikumist. Elektromagnetnähtustele on iseloomulik, et elektri- ja magnetvälja pole enam võimalik vaadelda teineteisest lahus. Elektromagnetismi muudab keeruliseks temas alati esinev tagasiside. **Tagasiside** on nähtus, mille korral ühe füüsikalise suuruse muutumine põhjustab teiste suuruste selliseid muutusi, mis omakorda mõjutavad esimest suurust. Näiteks põhjustab pendli hälbe suurenemine tasakaaluasendi poole suunatud jõu kasvamist. See jõud aga pidurdab hälbe kasvu ja pendli liikumine aeglustub. Antud juhul pidurdab teise suuruse (jõu) muutus esimese suuruse (hälbe) muutumist. Elektromagnetnähtustes on igasugune elektrivälja muutus tagasisidestatud temaga kaasneva magnetvälja muutuse kaudu. Varsti tutvume sellega lähemalt.

Meenutagem mõttelist katset vaatlejaga, kes suudab registreerida mõlemat välja (õpik *Elekter ja magnetism*, edaspidi lihtsalt *Elekter*, p. 4.1). Kui laetud keha vaatleja suhtes liigub, siis muutub keha elektrivälja vaatleja asukohas ning vaatleja registreerib ka magnetvälja (joon. 1.1). Peagi veendume, et see kõik kehtib ka ümberpöörduvalt. Kui magnet-

LAETUD OSAKESTE
PAIGALSEIS –
ELEKTROSTAATIKA,

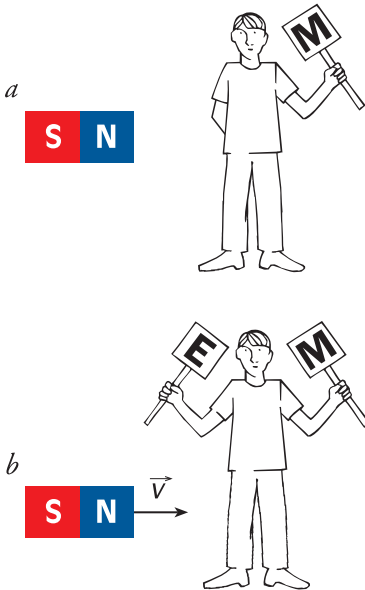
ÜHTLANE LIIKUMINE –
ALALISVOOL,

MITTEÜHTLANE LIIKUMINE –
ELEKTROMAGNETISM



J. 1.1. a – vaatleja registreerib paigalseisva laetud keha elektrivälja; b – liikuv laetud keha tekitab vaatleja jaoks ka magnetvälja.

**ELEKTRIVÄLJA TEKKIMIST
MAGNETVÄLJA
MUUTUMISEL NIMETATAKSE
ELEKTROMAGNETILISE
INDUKTSIOONI NÄHTUSEKS**



J. 1.2. a – vaatleja registreerib paigalseisva püsिमagneti magnetvälja; b – liikuv püsिमagnet tekitab vaatleja jaoks ka elektrivälja

välja tekitaja (püsिमagnet) vaatleja suhtes liigub, siis muutub magnetväli vaatleja asukohas ning vaatleja täheldab ka elektrivälja olemasolu (joon. 1.2). Magnetvälja muutumine tekitab elektrivälja. Seda nimetatakse **elektromagnetilise induktsiooni nähtuseks**. Märkimisväärne siinjuures, et võõrsõna *indutseerima* eestikeelseks vasteks ongi tekitama või *esile kutsuma*.

Käesoleva õppeteksti esimeses osas pealkirjaga *Elektromagnetiline induktsioon* vaatleme seda, kuidas muutuv magnetväli saab tekitada elektrivälja. Loomulikult teeme ka kindlaks, millest sõltub vastav väljatugevus või pinge.

Teises osas üldise pealkirjaga *Elektromagnetvõnkumised* on vaatluse all elektri- ja magnetvälja periodilised muundumised teineteiseks. Õigupoolest on tegemist ühtse **elektromagnetväljaga**, mis avaldub kord elektri- ja kord magnetväljana. Sellised väljade muundumised esinevad näiteks **vahelduvvoolu** korral, mis leiab laiatarbelistes elektriseadmetes tunduvalt rohkem kasutamist kui alalisvool. Samuti selgub, et elektromagnetvõnkumised võivad **elektromagnetlainetena** levida ka tühjas ruumis, s.t aine puudumisel. See võimaldab kasutada elektromagnetlainet maailma kiireima ja mugavaima infoedastusvahendina. Raadio, televisioon, mobiiltelefonid, peilerid, radarid, kaugjuhtimisseadmed ja paljud muud tänapäevased infovahendid annavad tunnistust elektromagnetlainete rakendusvõimalustest. Kõigi nende seadmete tööpõhimõtte mõistmine algab elektromagnetismi õppimisest.

?

1. Kui laetud keha liigub kiirendusega vaatleja poole, siis registreerib vaatleja nii muutuvat elektri- kui ka magnetvälja. Allpool selgub, et ta registreerib neid kui elektromagnetlainet. Mida registreerib vaatleja siis, kui tema poole liigub sama kiirendusega püsिमagnet? Kas vaatleja suudab välja registreerivate aparatuuride abil kindlaks teha, kumb nimetatud kehast tema poole liigub?

STOP

- Elektromagnetism käsitleb laetud osakeste mitteühtlast liikumist ning elektri- ja magnetvälja muundumist teineteiseks.
- Elektromagnetilise induktsiooni nähtuseks nimetatakse elektrivälja tekkimist magnetvälja muutumisel.

1.2. PÖÖRISELEKTRIVÄLI

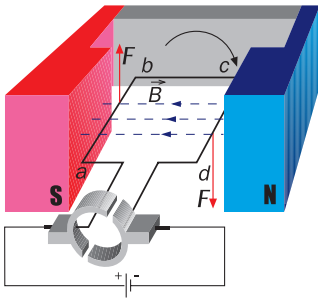
- Jalgratta dünamo ja elektrimootor
- Pööriselektriväli
- Induktsiooni elektromotoorjõud

Pimedal ajal jalgrattaga sõites tuleb dünamo ots vastu rattakummi lükata. Siis paneb ratta liikumine dünamo võlli pöörlema ning jalgratta lambid süttivad. Lambid põlevad seda heledamalt, mida kiiremini sõidetakse. Töötava dünamo korral peab jalgrattur aga kõvemini pedaalidele vajutama, sest osa tema poolt tehtavast tööst läheb elektrenergia saamiseks. Järelikult toimib dünamo vooluallikana. Selle vooluallika elektromotoorjõud sõltub dünamo võlli pöörlemiskiirusest. Just nimetatud põhjusel loobutakse tänapäeval üha enam dünamo kasutamisest ning asutakse jalgrattalampe toitma patareide või akude abil. Täiesti analoogiliselt rattadünamoga töötab ka patareideta taskulamp, milles paikneva dünamo võlli paneb pöörlema lambi hooba vajutatav inimekäsi.

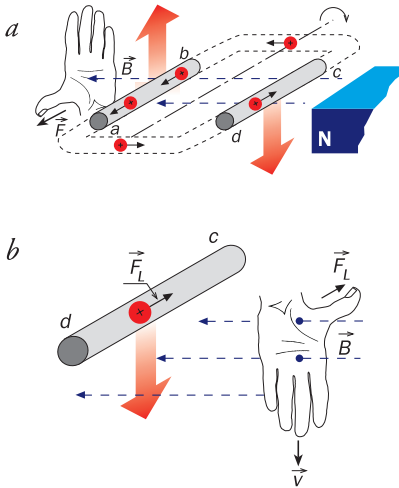


Jalgratta dünamo detailid

Urime nüüd dünamo üksikuid osi. Dünamo teljel paikneb tema pöörlev osa ehk **rootor**. Rotor koosneb kindlal viisil asetsevatest püsिमagnetitest. Selles on kerge veenduda, kasutades väikseid rauatükke (nööpnõelu, kirjaklambreid või naelakesi). Need tõmbuvad rootori külge, ühendades kahe püsिमagneti erinimelisi pooluseid. Dünamo paigalseisva osa ehk **staatori** moodustab vasktraadist mähis. Selle mähise ühelt otsalt viib juhe lampidele. Teiseks juhtmeks on jalgratta metallkorpus (nn “mass”). Rootori pöörlemisel liiguvad rootori püsिमagnetid mähisetraadi lõikude suhtes. Seetõttu muutuvad pidevalt püsिमagnete ja traadilõikude vahekaugused ning järelikult muutub ka püsिमagnetite poolt traadilõikudele mõjuv magnetväli (*Elekter*, p. 4.3). Tulemusena tekib elektriväli, millest annab tunnistust mähises esinev elektrivool. Järelikult on tegemist elektromagnetilise induktsiooniga – magnetvälja muutus tekitab elektrivälja. Vastavat elektrivoolu nimetatakse **induktsioonivooluks**.



J. 1.3. Alalisvoolu elektrimootori tööpõhimõte



J. 1.4. a – alalisvoolumootori mähise keerd, mida pööratakse magnetväljas;
b – keeru lõik dc suurendatult

PÖÖRISEVÄLI ON ELEKTRIVÄLI, MILLE JÕUJONED ON ALGUSE JA LÕPUTA KINNISED JONED EHK PÖÖRISED

Esmapilgul küllalt lihtsale konstruktsioonile vaatamata on jalgratta dünamos kulgevad protsessid võrdlemisi keerukad. Seetõttu kasutame järgnevalt näitena pöördolukorras töötavat alalisvoolu elektrimootorit.

Meenutagem kõigepealt sellise mootori tööpõhimõtet (*Elekter*, p. 4.3). Püsिमagneti väljas mõjuvad mootori mähise vaadeldava keeru osadele ab ja cd magnetjõud F , kui mähist läbib vool I (joon. 1.3). Need jõud pööravad mähise keerdu päripäeva. Seega paneb elektrivool magnetväljas paikneva juhtme liikuma.

Mis aga juhtub siis, kui me eemaldame vooluallika ja asume ise mootori võlli päripäeva pöörama? Vaadeldav mähisekeerd pöörub, juhtmelõik ab liigub ülespoole, lõik cd aga alla. Laengukandjad juhtmelõikudes liiguvad koos juhtmega. Magnetväljas liikuvatele laetud osakestele mõjub aga teatavasti Lorentzi jõud (*Elekter*, p. 4.6). Näiteks juhtmelõigus ab rakendub Lorentzi jõud positiivsetele laengukandjatele vasaku käe reegli kohaselt suunas $b \rightarrow a$ (joon. 1.4, a). Analoogiliselt mõjub juhtmelõigus cd positiivse laengu kandjatele jõud suunas $d \rightarrow c$. Järelikult hakkavad positiivsed laengukandjad vaadeldavas juhtmekeerus Lorentzi jõu mõjul liikuma suunas $d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a$. Juhtmekeeru otste a ja d ühendamisel moodustub vooluring, milles keeru pööramise tulemusena kulgeb elektrivool. Juhtme liikumine magnetväljas tekitab juhtmes voolu. Olgu öeldud, et nii sellel kui ka kõigil järgnevatel joonistel on jämeda noolega tähistatud juhtmelõigu liikumise suund. Samuti uurime nii siin kui ka edaspidi positiivsete laengukandjate liikumist, ehkki tegelikult on metalljuhtmes laengukandjateks negatiivsed juhtivuselektronid. Niisugune lihtsustus on põhjendatud, sest voolu suund ühtib voolu tekitava elektrivälja suunaga ega sõltu laengukandjate märgist (*Elekter*, p. 1.3 ja 3.1).

Voolu joonisel 1.4, a kujutatud kontuuris võib samuti vaadelda tingituna elektriväljast, mille jõujooned on kontuuri $dcb a$ suunalised kinnised jooned. Selle elektrivälja suhtes pole enam rakendatav potentsiaali mõiste. Meil ei ole ju mingit alust eelistada kontuuri mingit kindlat punkti teistele ja väita, et just selle punkti potentsiaal on kõrgem kui mõnel teisel punktil. Tekkiv elektriväli ei ole potentsiaalne, tema jõujooned on alguse ja lõputa kinnised jooned ehk pöörised. Seetõttu nimetatakse niisugust elektrivälja **pööriselektriväljaks**.

On märkimisväärne, et kirjeldatud katses liigub juhtmelõik homogeenses magnetväljas. B -vektor on liikumistee eri punktides ühesugune nii suuruselt kui suunalt. Miks me siis ikkagi võime rääkida magnetvälja muutumisest juhtmelõigu asukohas? Me teeme seda põhjusel, et juhe lõikab liikumisel magnetvälja jõujooni. Näiteks liikumisel magnetvälja suunas juhe jõujooni ei lõika (joon. 1.5). Sellisel liikumisel laengukandjatele magnetjõud ei mõju, kuna Lorentzi jõu valemis

$$F_L = q v B \sin \alpha$$

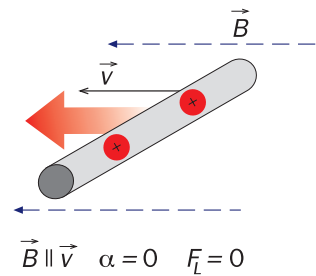
on nurk α võrdne nulliga. Järelikult ei teki sel juhul ka induktsioonivoolu.

Äsja veendusime selles, et kui kontuuris toimib pööriselektriivõlli, siis pole mõtet rääkida potentsiaalset. Küll aga võib kasutada **elektromotoorjõu** mõistet. See iseloomustab kontuuri kui terviklikku vooluallikat. Elektromotoorjõud on teatavasti võrdne tööga, mida teevad kõrvaljõud ühikulisel suurusega laengu ühekordsel läbiviimisel vooluringist. Elektromagnetilise induktsiooni korral teevad seda tööd just needsamad jõud, mis nihutavad juhet magnetväljas. Juhtme liigutamisel magnetväljas tuleb teha tööd mitte ainult puhtmehaanilise hõõrdejõu ületamiseks, vaid ka laengukandjate liikumapanemiseks selle juhtmega ühendatud vooluringis. Elektromagnetilist induktsiooni võib vaadelda kui omalaadset "lisahõõrdumist" magnetväljas.

Meenutagem, et ka elektromotoorjõudu võib erijuhul siiski vaadelda pingena. Elektromotoorjõud on suurim pinge, mida antud vooluallikas on üldse suuteline tekitama (*Elekter*, p.3.6). See on pinge vooluta olukorras või siis pinge, mis tekib mittejuhtiva vahemiku otstele, kui vooluring katkestada. Niisiis võib ka **induktsiooni elektromotoorjõudu** määratleda kui pinget, mis tekib magnetväljas liikuva juhtmelõigu otstele siis, kui juhtmes puudub vool.

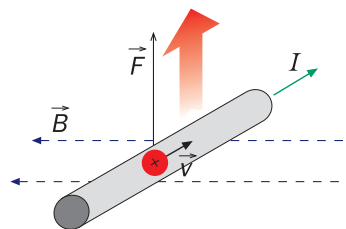
Elektromagnetilist induktsiooni tasub võrrelda magnetjõu tekkimisega. Selleks vaatleme veel kord magnetväljas asetsevat horisontaalset juhtmelõiku (alalisvoolumootori mähi-se osa ab , joon. 1.6). Kui me tekitame selles juhtmes meist eemale suunatud voolu, siis hakkab juhtmele Ampère'i seaduse ja vasaku käe reegli kohaselt mõjuma ülespoole suunatud magnetjõud. Võimaluse korral hakkab juhe selles suunas liikuma. Kirjeldame nähtust kokkuvõtlikult kujul:

elektrivool + magnetväli \rightarrow liikumine.

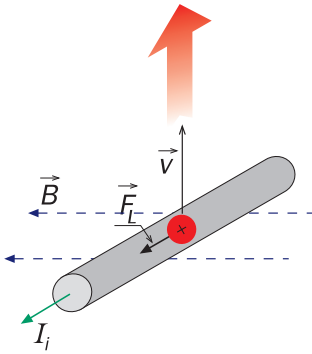


J. 1.5. koos juhtmega magnetvälja suunas liikuvatele laengukandjatele magnetjõud ei mõju.

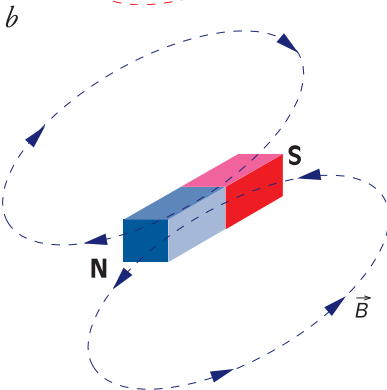
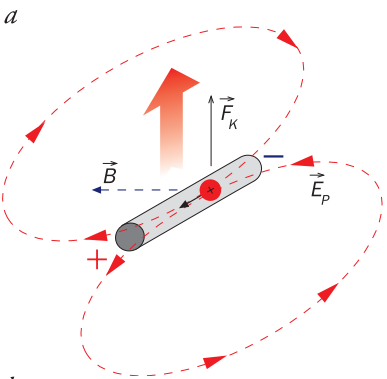
**INDUKTSIOONI
ELEKTROMOTOORJÕUD
ON PINGE MAGNETVÄLJAS
LIIKUVA JUHTMELÕIGU
OTSTEL, KUI JUHTMES
PUUDUB VOOL**



J. 1.6. Vooluga juhe hakkab magnetväljas liikuma



J. 1.7. Juhtmes, mis liigub magnetväljas, tekib vool



J. 1.8. a – liikuva juhtme pööriselektrivälja E_p ;
b – püsिमagnetі magnetvälja B

Joonisel 1.7 on aga näha, mis juhtub siis, kui me niisugust magnetväljas asetsevat juhet ise liigutame. Laengukandjad juhtmes liiguvad koos juhtmega üles ja neile hakkab mõjuma meie poole suunatud Lorentzi jõud. Juhtmes tekib induktsioonivool. Nähtust võib kokkuvõtlikult kirjeldada kujul:

magnetväli + liikumine → elektrivool.

Niisiis on elektromagnetilise induktsiooni näol tegemist omalaadse pöördprotsessiga magnetjõu tekkimisele. On oluline märkida, et induktsioonivool joonisel 1.7 on vastasuunaline joonisel 1.6 esineva voolu suhtes. Selles avaldub Lenzi reegel, millega me hiljem (p. 1.5) tegeleme pikemalt.

Pööriselektrivälja jõujooned on kinnised, alguse ja lõputa, nii nagu magnetvälja jõujoonedki. Kõrvaljõu F_k mõjul liiguvad juhtmelõiku ümbritseb ja läbib pööriselektrivälja E_p samamoodi nagu magnetväli B püsिमagnetі (joon. 1.8). Juhtmes hakkab toimima induktsiooni elektromotoorjõud, mis voolu puudumisel on võrdne juhtme otste vahel tekki-va pingega U . Juhtme kui vooluallika jaoks on see klemmi- pinge (*Elekter*, p. 3.6).

Pinge U avaldise saamiseks vaatleme uuesti juhtmelõiku, mis liigub kiirusega v magnetväljaga ristavas suunas ning on ka ise risti selle suunaga (joon. 1.9). Koos juhtmega liikuvatele laengukandjatele (laenguga q) mõjub Lorentzi jõud $F_L = q v B$, sest $\sin \alpha = 1$. Laengukandjad liiguvad selle magnetilise jõu mõjul piki juhet. Juhtme otsad laaduvad erimärgiliselt ja juhtmes tekib elektrivälja. Laengukandjate liikumine kestab seni, kuni neile mõjuv elektrijõud $F_e = q E$ magnetjõu tasakaalustab. Vastav elektrivälja tugevus E on väljendatav pinge kaudu (*Elekter*, p. 2.6)

$$E = \frac{U}{\ell},$$

kus ℓ on juhtmelõigu pikkus. Tasakaalu tingimuse $F_L = F_e$ võib siis esitada kujul

$$q v B = q \frac{U}{\ell},$$

millest

$$U = v \ell B. \quad (1.1)$$

Juhul kui juhtmelõigu liikumissuund moodustab magnetväljaga mingi nurga γ , mis ei ole täisnurk, siis põhjustab

Lorentzi jõudu vaid liikumissuunaga ristuv B -vektori komponent $B_r = B \sin \gamma$ (joon. 1.10). Liikumisel magnetvälja sihis ju teatavasti magnetjõudu ei teki (*Elekter*, p. 4.6). Pinge avaldis võtab kuju

$$U = v \ell B_r = v \ell B \sin \gamma. \quad (1.2)$$

Näide 1.1

Tartu–Tallinna kiirrong sõidab kiirusega 108 km/h piki magnetilist meridiaani kulgeval teelõigul. Kui suur pinge tekib elektromagnetilise induktsiooni tõttu vaguniratta telje otstele? Rööbaste vahekaugus on 1524 mm ja Maa magnetinduktsiooni vertikaalkomponent Eestis 48 μT .

Lahendus. Rattatelg on vaadeldav kui pikkust omav juhtmelõik, mis on risti nii oma liikumissuuna kui ka magnetinduktsiooni vertikaalkomponendiga B_v , seejuures $B_v = B_r$.

Antud:

$$v = 108 \text{ km/h} = 30 \text{ m/s}$$

$$\ell = 1524 \text{ mm} = 1,524 \text{ m}$$

$$B_v = 48 \mu\text{T} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

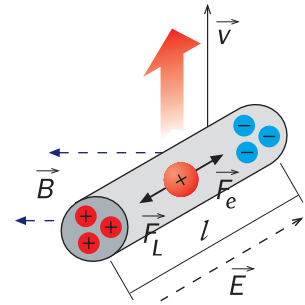
$$U = ? \quad U = 30 \text{ m/s} \cdot 1,524 \text{ m} \cdot 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ T} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ V} = 2,2 \text{ mV}.$$

Vastus. Telje otste vahel tekib pinge 2,2 mV.

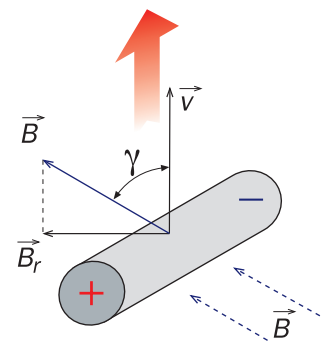
Praktikas jäetakse see pinge tema väiksuse tõttu arvestamata.

?

1. Jalgrattur lülitas dünamo abil toidetava rattalambi välja, kuid jättis dünamo otsiku ratta külge (dünamo rootor pöörles edasi). Kas ratturil on nüüd kergem pedaale vända? Miks?
2. Töötava alalisvoolumootori korral liiguvad mähise juhtmekeerud staatori magnetväljas. Järelikult peaks neis tekkima pööriselektiväli, mis mõjub mähist läbivale voolule. Kas vool mähises muutub, kui rootor hakkab pöörlema?
3. Kui vastus eelmisele küsimusele on jaatav, kas siis induktsiooni elektromotoorjõud soodustab või takistab mootori toiteallika tööd?



J. 1.9. Elektrijõu F_e ja magnetjõu F_L tasakaal liikuvast juhtmelõigust



J. 1.10. Pinge tekkimine juhtmes, mille liikumissuund moodustab magnetväljaga nurga γ

STOP

- Elektromagnetilise induksiooni teel paneb juhtmes laengukandjad liikuma jõud, mis nihutab juhet magnetväljas. Kui liikuv juhe on osa vooluahelast, siis esineb selles ahelas induksioonivool.
- Induksiooni elektromotoorjõuks nimetatakse tööd, mida juhet liigutav jõud teeb ühikulise positiivse laengu läbiviimisel vooluringist. Katkestatud vooluringi korral võrdub induksiooni elektromotoorjõud juhtmelõigu otstel tekkiva pingega.
- Voolu puudumise korral juhtmelõigu otstel tekkiv pinge U avaldub kujul

$$U = v \ell B \sin \gamma,$$

kus v on juhtmelõigu liikumise kiirus magnetvälja tekitaja suhtes, B – magnetinduksioon, ℓ – juhtmelõigu pikkus ja γ – nurk liikumise suuna ning magnetvälja suuna vahel.

- Pööriselektiväljaks nimetatakse elektrivälja, mille jõujooned on kinnised jooned ehk pöörisjooned. Selline elektriväli tekib magnetvälja muutumisel.



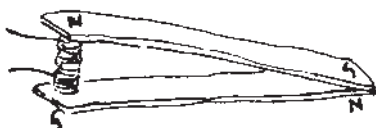
Michael Faraday

1.3. FARADAY KATSED

- Elektromagnetilise induksiooni avastamine
- Faraday katsete kolm rühma

Suure avastuse sünnihetk on teaduse ajaloos harva teada kuupäevalise täpsusega. Elektromagnetilise induksiooni avastamine kuulub aga nende harvade erandite hulka. See on nii tänu avastuse autori Michael Faraday täpsetele ülestähendustele. 29. augustil 1831 kirjutas Faraday laboripäevikusse, et raudsüdamikule mähitud juhtmepooli ühendamine vooluallikaga kutsub esile lühiajalise voolu ka teises, samale südamikule keritud poolis. Sama aasta 17. oktoobril tehtud sissekanne kõneleb aga voolu registreerimisest poolis, millele mõjuvat magnetvälja püsimagneti nihutamise teel muudeti.

Michael Faraday, eksperimentaalse füüsika suurkuju, sündis 22. oktoobril 1791. aastal Londoni lähedal käsitöölise pojana. Michael sai väga vähe koolis käia, sest tal tuli varakult endale ise elatist teenima hakata. 13-aastasena asus Michael tööle raamatuköitja õpipoisina ja omandas põhi-



Joonis Faraday laboripäevikust

osa teadmistest iseseisvalt. Kui raamatud tema küsimustele looduse kohta vastust ei andnud, püüdis poiss lahenduseni jõuda katsete abil. Nii kujuneski ta üheks suuremaks seni elanud meistriks füüsikakatsete väljamõtlemisel ja ka teostamisel.

Tõde oli Faraday jaoks alati tähtsam teadussaavutustega kaasnevast ühiskondlikust tunnustusest. Kui talle pakuti *Royal Society* (Inglise Teaduste Akadeemia) esimehe kohta, siis Faraday keeldus, ehkki selle ametikohaga oleks kaasnenud aadliseisusesse tõstmine ja muud suured auavaldused. Faraday mõistis, et kõrge teadusametnikuna ei saaks ta enam oma katsetusi jätkata. Taunides anglikaani kiriku välist hiilgust ja kõrgvaimulike silmakirjalikkust, pidas Faraday siiski oma elu peamiseks eetiliseks teenäitajaks Piiblit.

Faraday ei armastanud kasutada valemeid ning võrrandeid, kuid oma arutlustes oli ta väga täpne ja selgesõnaline. Faraday tõi füüsikasse õpetuse lähimõjust välja vahendusel. On kõigiti loomulik, et just Faraday kui suur katsetaja ei suutnud tõsiselt võtta õpetust mõju levimisest ilma vahendajata.

Juba aastal 1822, kaks aastat pärast elektrivoolu magnetilise toime avastamist Oersted'i ja Ampère'i poolt, tuli Faraday mõttele, et see nähtus peaks esinema ka "tagurpidi". Kui elektrivool tekitab magnetvälja, kas ei võiks siis magnetvälja abil tekitada elektrivoolu? Aastal 1825 asus Faraday seda oletust katseliselt kontrollima, kuid ei suutnud induktioonivoolu avastada. Faraday ei mõistnud siis veel, et elektrivälja tekitab mitte magnetväli ise, vaid magnetvälja muutumine. Pealegi ei olnud Faraday käsutuses piisavalt tundlikku mõõteriista. Voolu mõõtis Faraday magnetnõela pöördumise järgi vooluga juhtme läheduses (Oersted'i katse).

1831. aasta suvel asus Faraday taas korraldama samalaadseid uuringuid. Nüüd aga tugevdas ta pooli magnetvälja raudsüdamiku abil. Magnetvälja järsk muutmine tekitas samal südamikul paiknevas teises poolis vooluimpulsi. Elektromagnetiline induktioon oli avastatud.

Faraday tegi elektromagnetilise induktiooni uurimisel väga palju katseid. Kui kasutada on tester või mõni muu voolutundlik mõõteriist, siis võib neid katseid vastava huvi olemasolu korral teostada ka kodustes tingimustes. Faraday katseid võiks jagada kolme gruppi, mida järgnevalt ka eraldi vaatlеме.