

## 2.1 Sähkömagneettinen induktio

- ▶ Esim. dynamo, muuntaja, metallinpaljastin, induktioliesi, generaattori, ...
- ▶ DEMO: Käämi muuttuvassa magneettikentässä
- ▶ **Sähkömagneettinen induktio:** magneettikentän muutos indusoi johtimeen jännitteen  $\Rightarrow$  induktiovirta.
- ▶ **Lenzin laki:** Induktiovirran suunta on sellainen, että sen synnyttämä magneettikenttä vastustaa ulkoisen kentän muutosta.
- ▶ Kts. kuvia kirjan sivu 54.

- ▶ Lenzin laista: jos ulkoinen kenttä heikkenee, niin induktiovirran aikaansaama kenttä vahvistaa tätä kenttää ja päinvastoin.
- ▶ Jos kaksi magneettia hylkivät toisiaan, niiden magneettikentät ovat vastakkaissuuntaiset.

## 2.2 Liikkuva suora johdin magneettikentässä

- ▶ Johdin (pituus  $l$ ) saapuu kohtisuorassa magneettikenttään (vuon tiheys  $B$ ) nopeudella  $v$ . Varauksia siirtyy kunnes sähköiset ja magneettiset voimat kumoavat toisensa (kts. kuva).
- ▶ Tasapainotilanteessa  $F_m = qvB$  ja  $F_s = qe/l$  ovat yhtä suuret:

$$qvB = qe/l \Leftrightarrow e = lvB$$

- ▶ Jos johdin ei ole kohtisuorassa nopeusvektoriin nähden tai jos nopeusvektori ei ole kohtisuorassa magneettikenttään nähden on laskettava kohtisuora projektio  $\Rightarrow$  sinitermi.

# Esimerkki

Lentokone (siipien kärkiväli 10 m) lentää itään nopeudella 500 m/s. Maan magneettikentän magneettivuon tiheys on  $50 \mu\text{T}$ . Kenttä suuntautuu vinosti alaspäin  $60^\circ$  kulmassa maanpinnan suhteen. Kuinka suuri jännite siipien kärkien välille indusoituu? Kumpi siipi varautuu positiivisesti?

- ▶ Pinnan läpäiseä magneettikenttä = **Magneettivuo**:

$$\Phi = AB$$

- ▶ Tässä  $A$  on silmukan *kenttää vastaan kohtisuora* pinta-ala ja  $B$  vuon tiheys.
- ▶ Jos silmukan taso on vinossa, on käytettävä kohtisuoraa projektiota.

$$[\Phi] = [A][B] = 1Tm^2 = 1Wb \text{ (weber)}$$

- ▶ Kts. kuvat kirjan sivu 62.

- ▶ KUVA: Johdin liikkuu silmukan päällä (vrt. kirjan sivu 62)

$$\Delta s = v\Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta A = l\Delta s = lv\Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta\Phi = B\Delta A = Blv\Delta t = e\Delta t$$

$$\Rightarrow e = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

- ▶ Jännitteen suunta on sellainen, että se vastustaa muutosta (Lenzin laki) (miinusmerkki kaavassa sopimusasia).
- ▶  $N$  johdinsilmukkaa  $\Rightarrow e = -N\Delta\Phi/\Delta t$ .