

## 1.3 Sähkövirta ja magneettikenttä

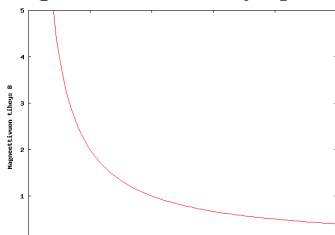
- ▶ **DEMO:** Sähkövirran aiheuttama magneettikenttä.

## 1.3 Sähkövirta ja magneettikenttä

- ▶ **DEMO:** Sähkövirran aiheuttama magneettikenttä.
- ▶ *Kokeellinen* havainto: sähkövirta aiheuttaa magneettikentän.
- ▶ Magneettikentän voimakkuutta mitataan *magneettivuon tiheydellä*
- ▶ Kokeellisia havaintoja: virtajohtimen aiheuttamalle magneettikentälle  $B$  pätee

$$B \propto \begin{cases} I \\ \frac{1}{r} \end{cases}$$

- ▶ Magneettivuon tiheys pienenee etäisyyden kasvaessa:



- ▶ Tarkasti: magneettivuon tiheys on

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

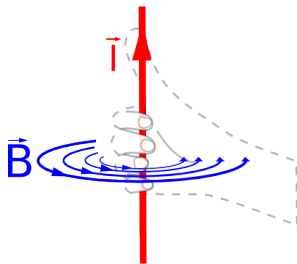
- ▶ Tätä kutsutaan myös **Biot'n ja Savartin laiksi**
- ▶ Magneettivuon tiheyden yksikkö on **Tesla** (1 T)
- ▶ Vakio  $\mu_0$  on *tyhjiön permeabiliteetti*:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$$

- ▶ 1 tesla on hyvin suuri yksikkö! Joitain suuruusluokkia:
- ▶ Voimakkaimmat perinteiset magneetit  $\approx 1$  T, suprajohtava sähkömagneetti  $\approx 30$  T, Maan magneettikenttä  $\approx 50 \mu\text{T}$ , atomin ytimessä  $\approx 10^{12}$  T!

# Oikean käden sääntö

- ▶ Maan magneettikentällä on tietty suunta (vrt. kompassi). Mikä on virtajohtimen kentän suunta?
- ▶ Magneettikentän suunta saadaan *oikean käden säännöllä*:
- ▶ **Kun johtimen ympärille kierretyn oikean käden peukalo osoittaa virran suuntaan, sormet osoittavat magneettikentän suunnan.**
- ▶ Vertaa sähkökenttään!



- ▶ Muistetaan että sähkövirta on varausten liikettä.
- ▶ Johdossa liikkuu varauksia  $\rightarrow$  *liikkuva varaus synnyttää magneettikentän!*

# Virtajohdin magneettikentässä

- ▶ Kun virtajohdin on magneettikentässä, siihen kohdistuu magneettinen voima (magneetit vetävät toisiaan puoleensa tai hylkivät toisiaan!)
- ▶ Voima on kohtisuorassa johdinta (johtimessa kulkevaa virtaa) ja magneettikentän suuntaa vastaan.
- ▶ Jos johdin on kohtisuorassa magneettikenttää vastaan, magneettisen voiman suuruus on

$$F_m = IlB,$$

missä  $I$  on johtimessa kulkeva virta,  $l$  kentässä olevan johtimen pituus ja  $B$  magneettivuon tiheys.

- ▶ Jos johdin ei ole kohtisuorassa kenttävästien, käytetään johtimen kohtisuoraa komponenttia (kts. kuva):

$$F_m = IlB \sin \alpha$$

- ▶ Voiman suunta saadaan taas oikean käden säännöllä:
- ▶ **Kun etusormi osoittaa sähkövirran ja keskisormi magneettivuon tiheyden suuntaan, niin peukalo osoittaa voiman suuntaan.**

Magneettivuon tiheyden määrittämiseksi sähköjohdin asetettiin homogeeniseen magneettikenttään siten, että johdin muodosti kentän kenttäviivojen kanssa  $45^\circ$  kulman. Johtimen pituus on 1 m ja siinä kulki 2 A sähkövirta. Voimamittarilla havaittiin, että magneettikenttä aiheutti johtimeen 2 mN voiman.

- ▶ Laske magneettivuon tiheys.
- ▶ Mikä on johtimessa kulkevan virran synnyttämän magneettivuon tiheys 0,2 m etäisyydellä johtimesta. Pitäisikö se ottaa huomioon edellisen kohdan laskussa?



# Yhdensuuntaisten virtajohtimien välinen magneettinen vuorovaikutus

- ▶ Sähkövirta synnyttää johtimien ympärille magneettikentän  
→ kahden lähekkäin olevan virtajohtimen välillä on magneettinen vuorovaikutus.
- ▶ Kun johtimissa virta kulkee samaan suuntaan, johtimet vetävät toisiaan puoleensa.
- ▶ Kun johtimissa virta kulkee vastakkaisiin suuntiin, johtimet hylkivät toisiaan.
- ▶ Kts. kirjan sivu 29.

- ▶ Sähkövirran yksikkö, *Ampeeri*, määritellään yhdensuuntaisten virtajohtimien välisen voiman perusteella:
- ▶ Ampeeri on sellainen ajallisesti muuttumaton sähkövirta, joka kulkiessaan kahdessa yhdensuuntaisessa äärettömän pitkässä ja ohuessa suorassa virtajohtimessa saa johdinten välille aikaan  $2 \cdot 10^{-7}$  N voiman johtimen metriä kohti (kts. MAOL).