

761103P Sähkö- ja magnetismioppi

Magneettikentän lähteet

ESIMERKKEJÄ

Liikkuvan varauksen magneettikenttä

- Liikkuva varaus synnyttää magneettikentän, joka on havaittu olevan muotoa:

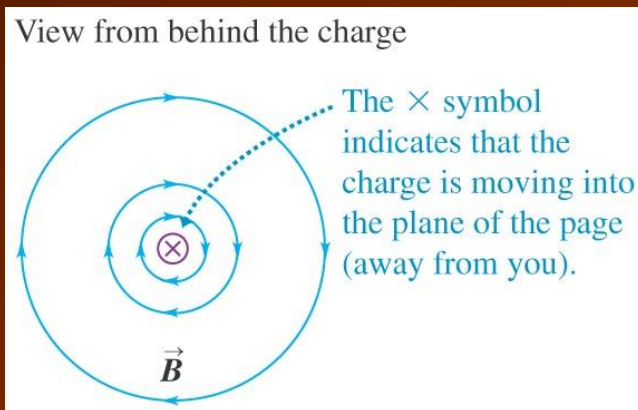
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|q|v\sin\phi}{r^2}$$

- Vektorina:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{q\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$$

- (tyhjiön permeabiliteetti)

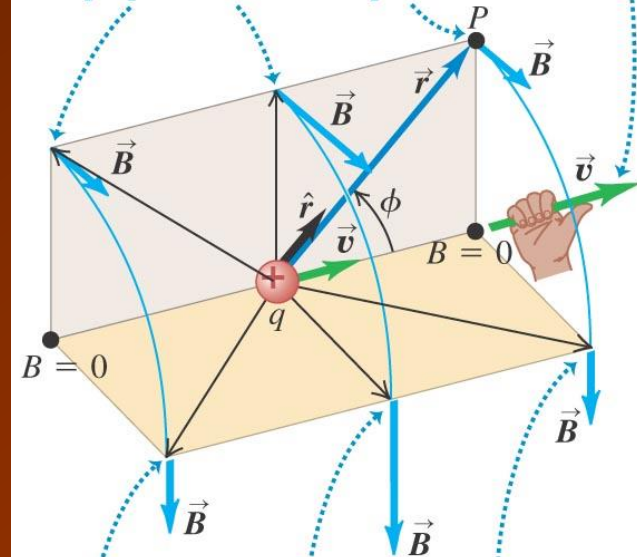


Perspective view

Right-hand rule for the magnetic field due to a positive charge moving at constant velocity:

Point the thumb of your right hand in the direction of the velocity. Your fingers now curl around the charge in the direction of the magnetic field lines. (If the charge is negative, the field lines are in the opposite direction.)

For these field points, \vec{r} and \vec{v} both lie in the beige plane, and \vec{B} is perpendicular to this plane.



For these field points, \vec{r} and \vec{v} both lie in the gold plane, and \vec{B} is perpendicular to this plane.

Sähkövirran magneettikenttä

- Katsotaan nyt edellisen perusteella sähkövirran aiheuttama magneettikenttä.

- Päädymme tulokseen

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{B} = \int \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

Tärkeä erikoistapaus: suora johto

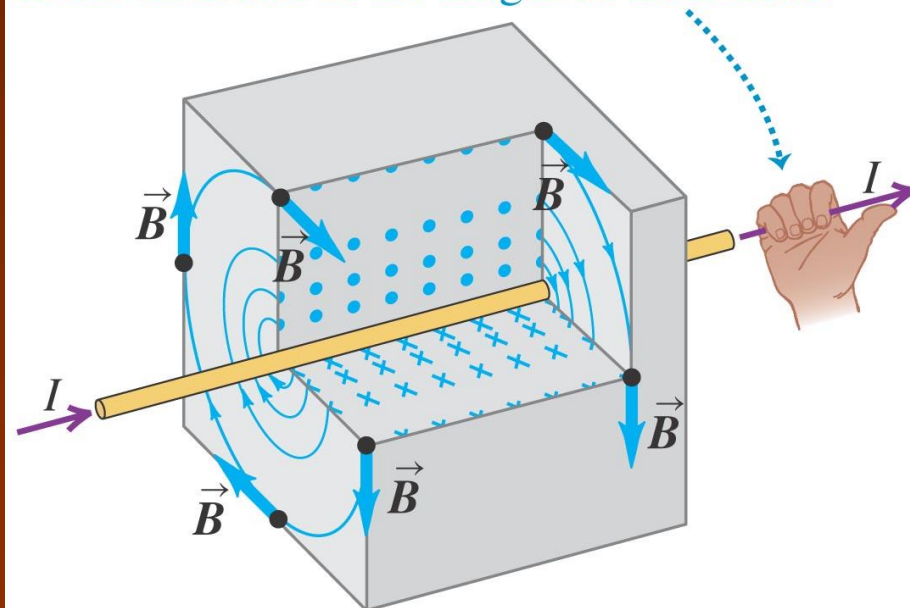
- Pitkän suoran johdon magneettikentän voimakkuus on äskeisen perusteella

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

missä r on etäisyys johdosta

- *Magneettikenttäviivat ovat oikeakätisiä ympyröitä johdon ympärillä*

Right-hand rule for the magnetic field around a current-carrying wire: Point the thumb of your right hand in the direction of the current. Your fingers now curl around the wire in the direction of the magnetic field lines.



→ Sähköjohtojen välillä magneettinen voima

- Johtojen virrat I_1 ja I_2 ja etäisyys r

- Toinen luo kentän:

$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r}$$

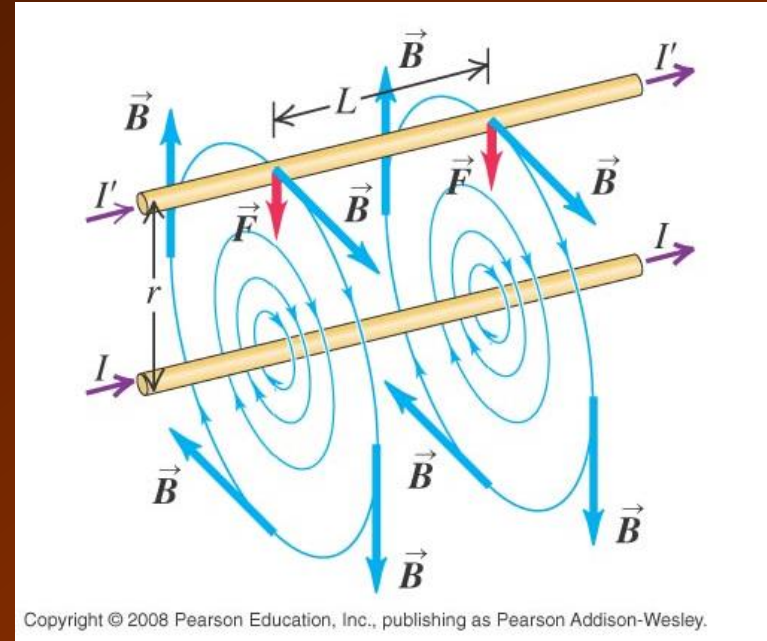
- → Toinen kokee voiman

$$F = I_2 L B = \frac{\mu_0 I_1 I_2 L}{2\pi r}$$

- *Pituusyksikköä kohden* voima on:

- Sama suunta → vetovoima

- Eri suunta → poistovoima



$$\frac{F}{L} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi r}$$

ESIMERKKEJÄ

Amperen laki

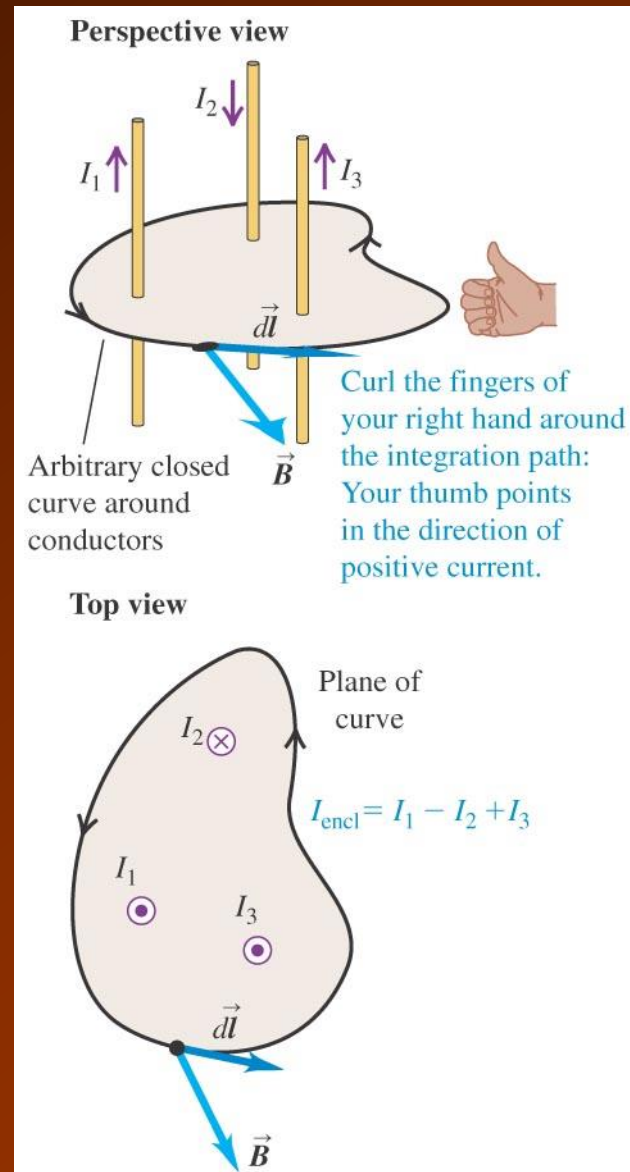
- Amperen lailla voidaan helposti laskea magneettikenttiä *symmetrisissä tilanteissa* (vrt. Gaussin laki sähkökentälle)

- Kaavana Amperen laki on:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{kok}}$$

- *Magneettikentän polkuintegraali mitä tahansa suljettua reittiä pitkin on verrannollinen reitin rajaaman pinnan läpi menevään kokonaisvirtaan!*

- *Kun Oikean käden sormet on reitin suuntaan, peukku osoittaa positiivisen virran suunnan!*



Ampere's law: If we calculate the line integral of the magnetic field around a closed curve, the result equals μ_0 times the total enclosed current:
 $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{encl}}$

ESIMERKKEJÄ