

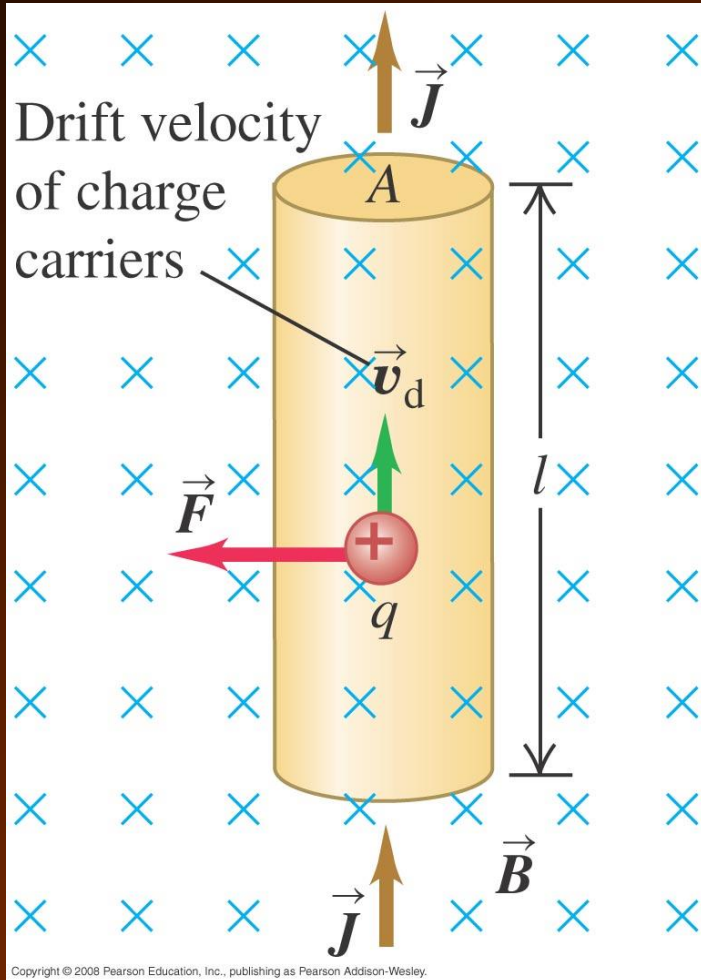
761103P Sähkö- ja magnetismioppi

**Magneettikentän vaikutus
virtajohtimiin**

ESIMERKKEJÄ

Suora virtajohdin magneettikentässä

- Lasketaan millainen voima kuvan johtoon kohdistuu



Virtasilmukkaan kohdistuva vääntö

- Virtasilmukkaan kohdistuva kokonaisvoima = 0

- Silmukkaan vaikuttaa kuitenkin vääntömomentti (vrt. sähköinen dipoli)

$$\tau = Fb \sin \phi = (IaB)(b \sin \phi)$$

$$\tau = IAB \sin \phi$$

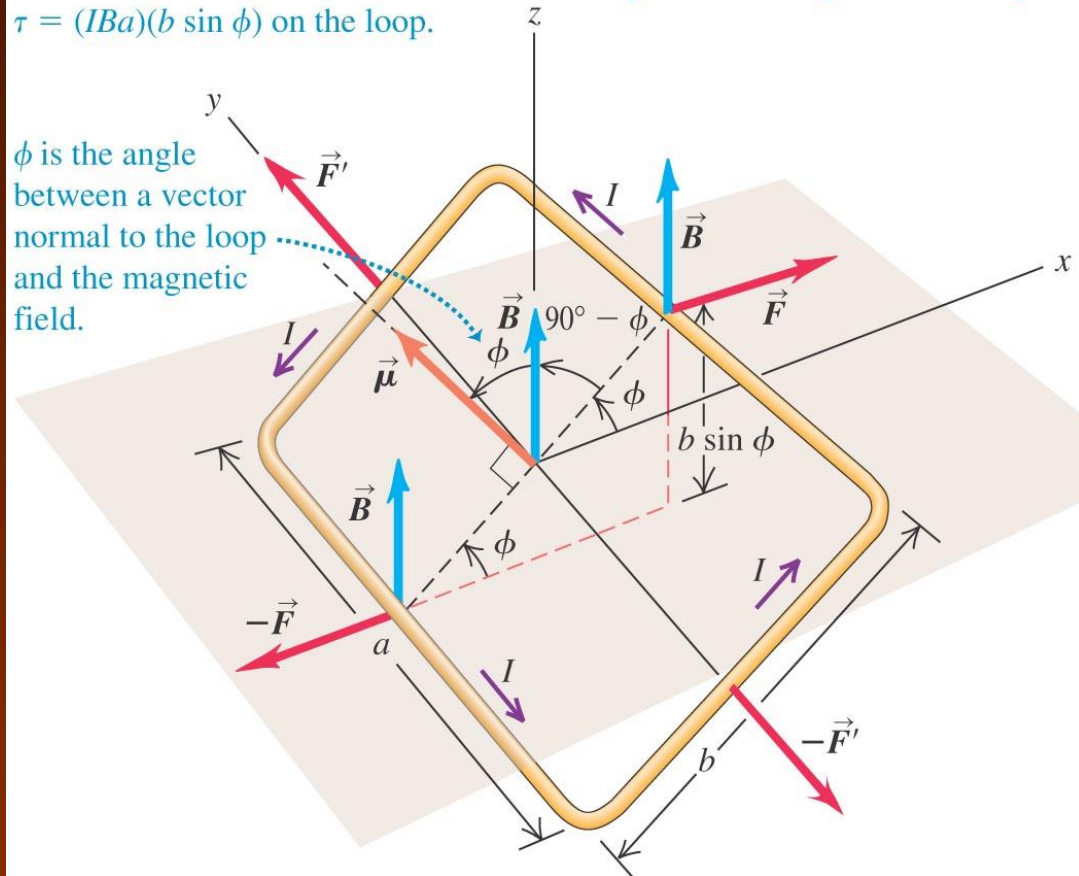
- Jos silmukoita on N kpl:

$$\tau = NIAB \sin \phi$$

(a)

The two pairs of forces acting on the loop cancel, so no net force acts on the loop.

However, the forces on the a sides of the loop (\vec{F} and $-\vec{F}$) produce a torque $\tau = (IaB)(b \sin \phi)$ on the loop.



Virtasilmukka = magneettinen dipoli

- Jos määrittelemme magneettisen dipolimomenttivektorin

$$\vec{\mu} = I\vec{A}$$

Vääntömomentti voidaan kirjoittaa muotoon:

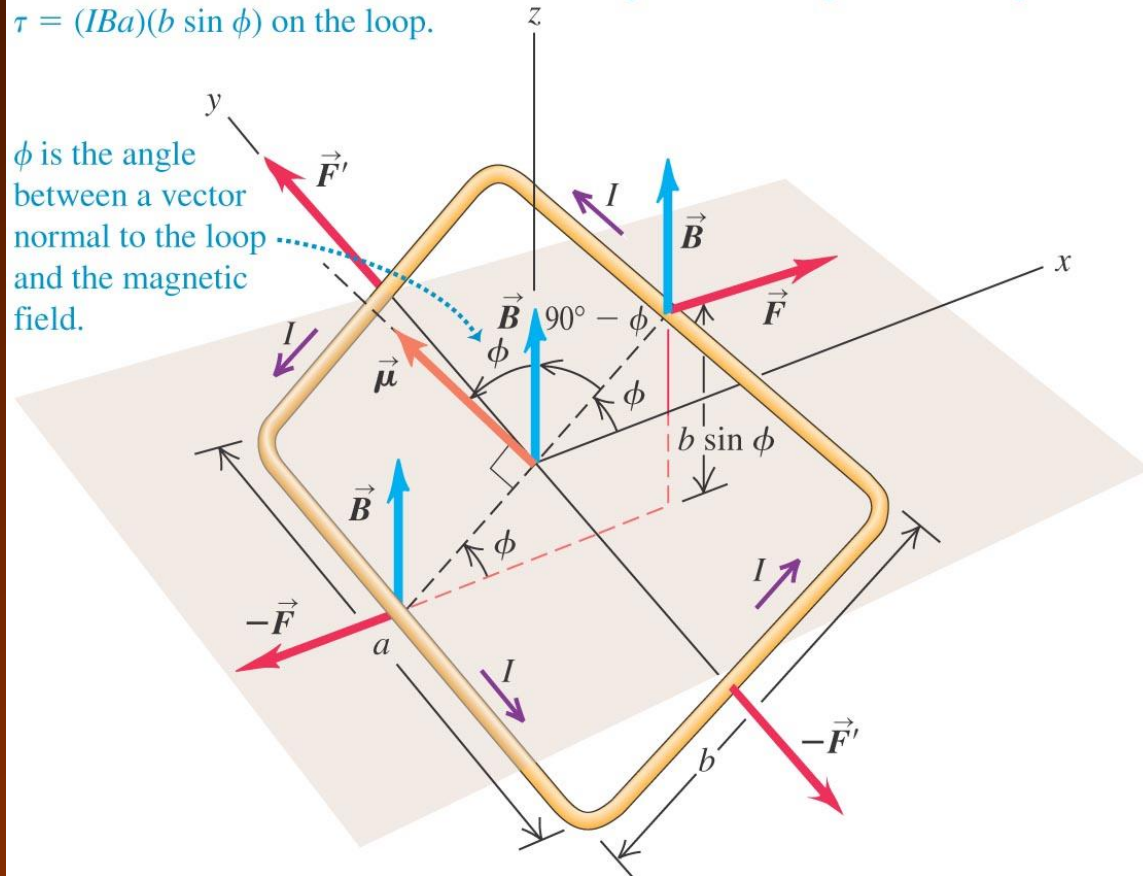
$$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$$

- Kerrataan OIKEAN KÄDEN SÄÄNTÖ näille vektoreille!

(a)

The two pairs of forces acting on the loop cancel, so no net force acts on the loop.

However, the forces on the a sides of the loop (\vec{F} and $-\vec{F}$) produce a torque $\tau = (Iba)(b \sin \phi)$ on the loop.



Dipolin potentiaalienergia

- Sähköiselle dipolille vääntömomentti oli

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

ja potentiaalienergia vastaavasti:

$$U = -\vec{p} \cdot \vec{E} = -pE \cos \phi$$

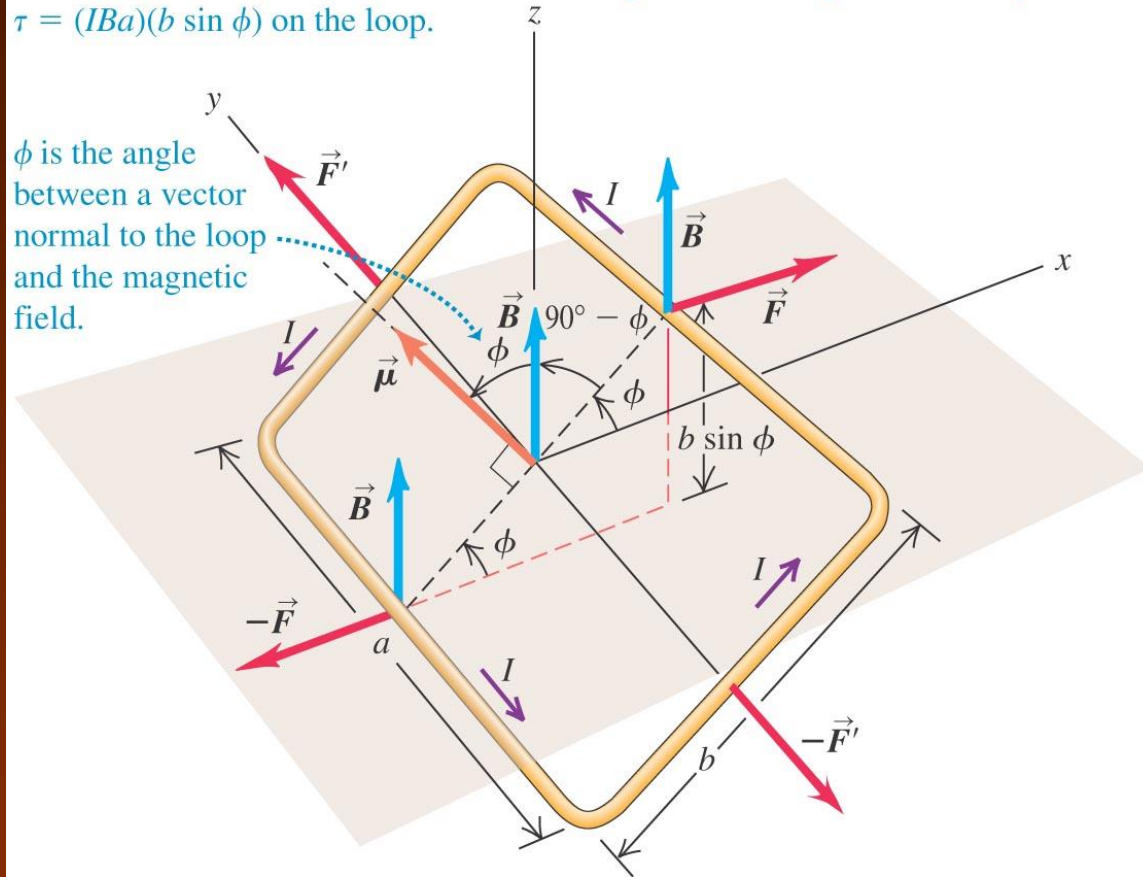
- Samoin magneettiselle dipolille potentiaalienergia on:

$$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B} = -\mu B \cos \phi$$

(a)

The two pairs of forces acting on the loop cancel, so no net force acts on the loop.

However, the forces on the a sides of the loop (\vec{F} and $-\vec{F}$) produce a torque $\tau = (Iba)(b \sin \phi)$ on the loop.



ESIMERKKEJÄ

Liikkuvan varauksen magneettikenttä

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

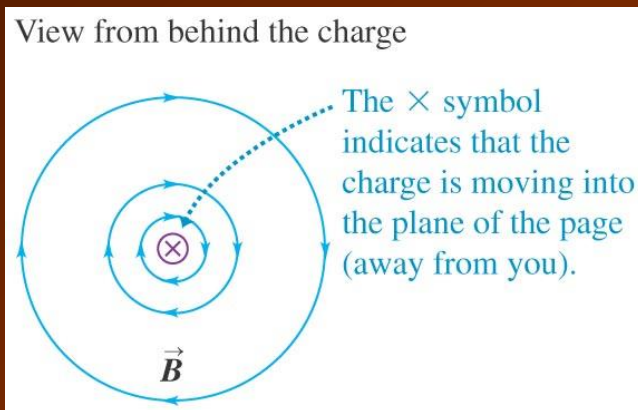
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{|q|v\sin\phi}{r^2}$$

- 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)

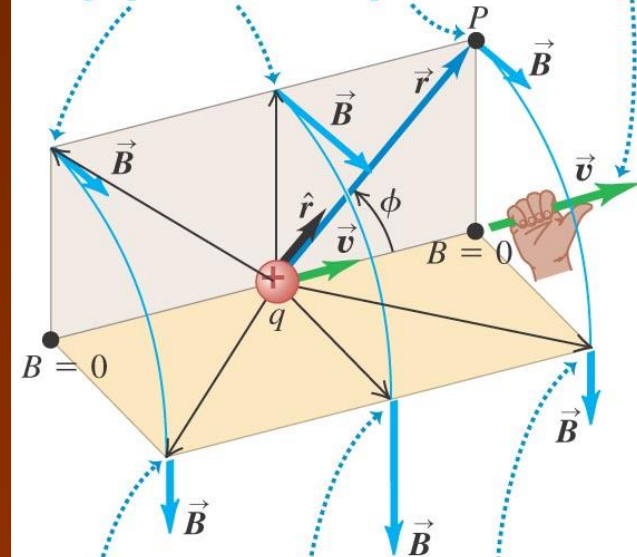


Perspective view

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

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

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