



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

SATE2180

Kenttäteorian perusteet

Magneettikentässä vaikuttavat

voimat ja vääntömomentit

Sähkötekniikka/MV

Lorenzin voimalaki

Määrittää sähköiseen liikkuvaan varaukseen kohdistuvan sähköisen ja magneettisen voiman

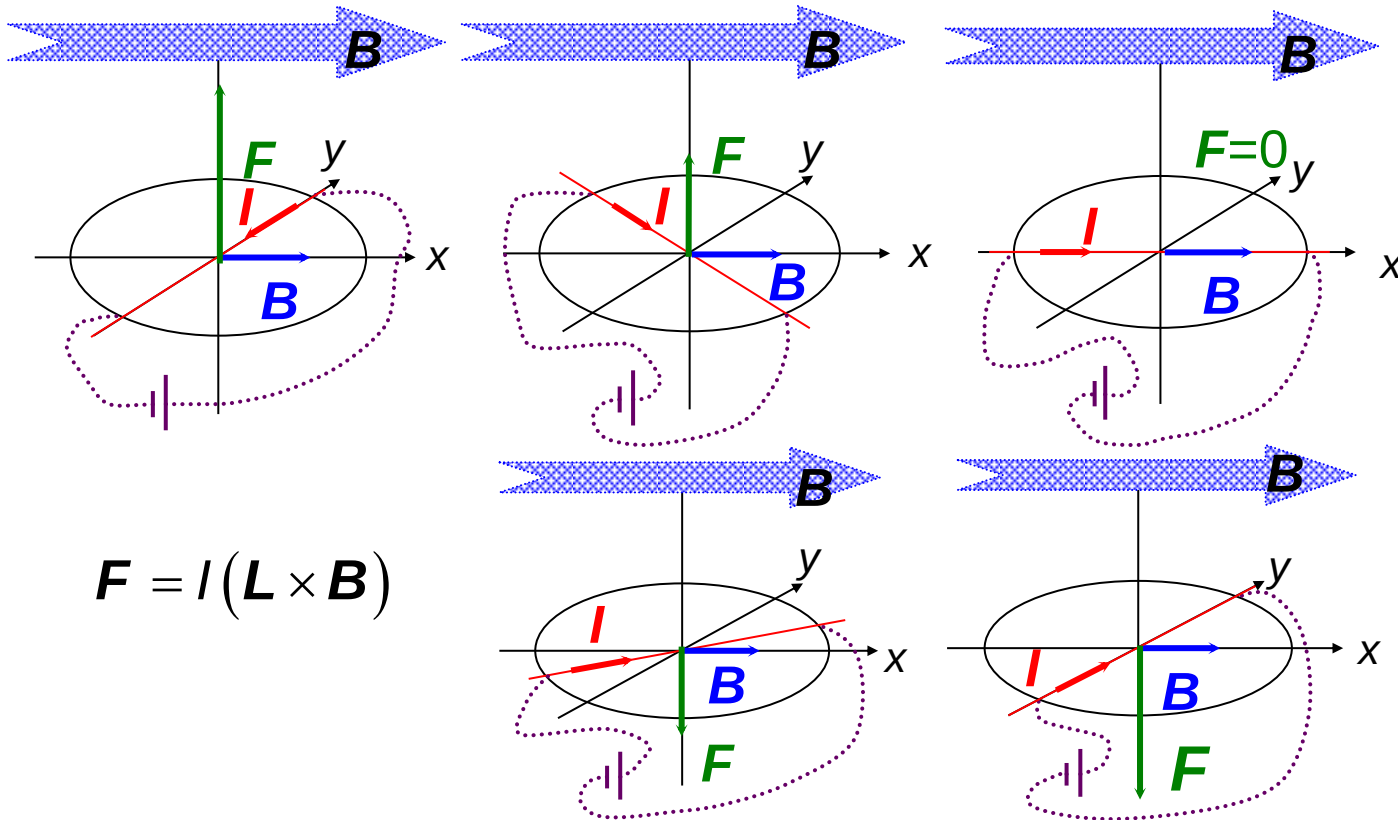
$$\mathbf{F} = Q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$$

Kun kyseessä on jatkuva sähkövirta, saadaan pelkäksi magneettiseksi voimalaiksi:

$$\mathbf{F} = \mathbf{J} \times \mathbf{B}$$



Magneettisen voiman riippuvuus virran suunnasta



Työ

Magneettikenttä aiheuttaa virralliseen johtimeen Lorenzin lain mukaisen voiman $\mathbf{F}$.

Jotta virrallinen johdin pysyy paikallaan, on siihen vaikutettava em. voimalle vastakkainen voima $\mathbf{F}_a$.

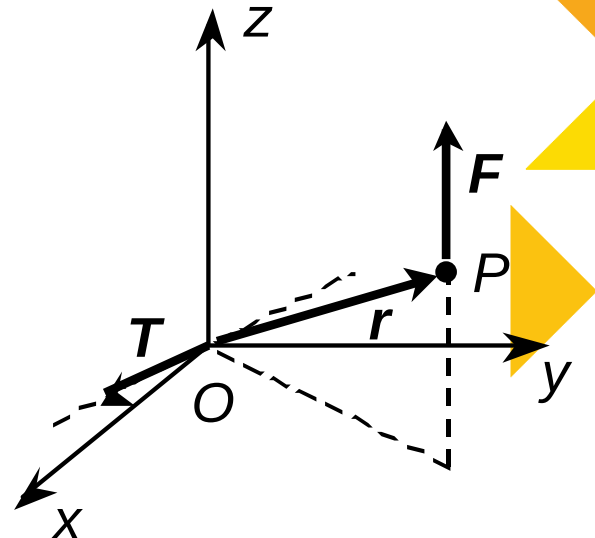
Työ, joka joudutaan tekemään liikuttaessa virrallista johdinta magneettikentässä:

$$W = \int_{\text{alku}}^{\text{loppu}} \mathbf{F}_a \cdot d\mathbf{l}$$

Vääntömomentti T (Nm)

Tietyssä pisteessä vaikuttava vääntömomentti saadaan ko. pisteestä lähtevän voiman varren ja voiman ristitulosta:

$$\mathbf{T} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$



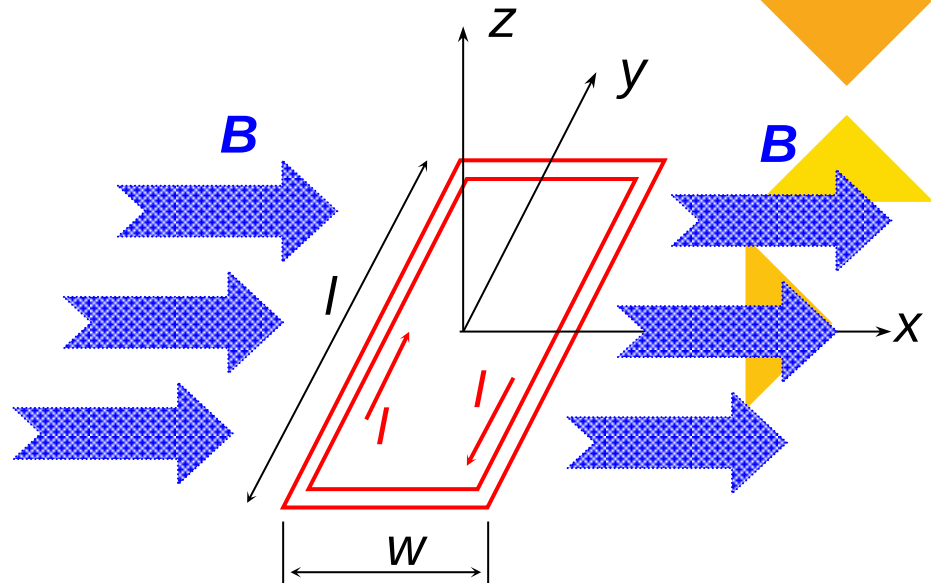
Virtasilmukka esimerkki: voima

Olkoon yksikierroksinen kela tasolla $z = 0$.

Vain $\pm y$ -suuntaan oleva virta aikaansaa voimavaikutuksen:

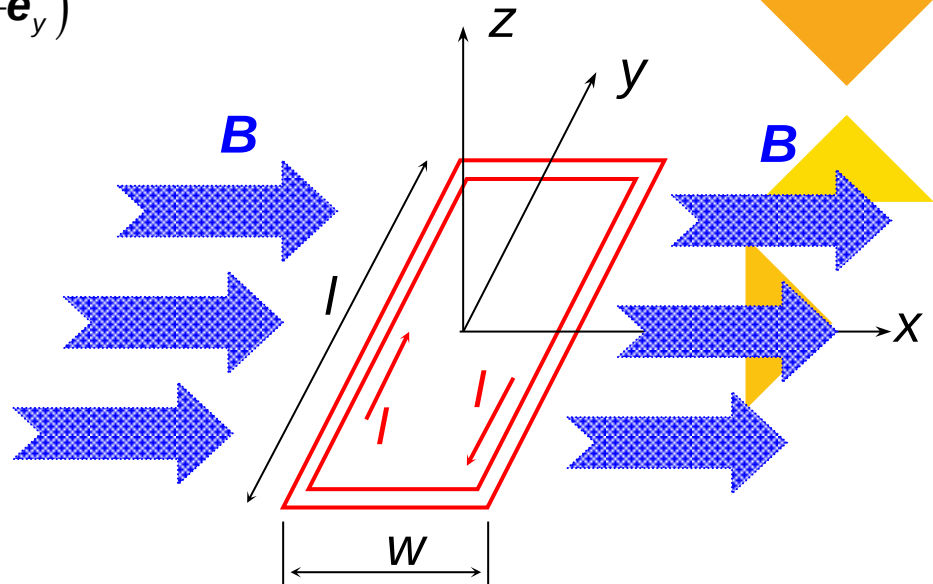
$$\mathbf{F}_{\text{vasen}} = I(l\mathbf{e}_y \times B\mathbf{e}_x)$$

$$\mathbf{F}_{\text{oikea}} = I(l(-\mathbf{e}_y) \times B\mathbf{e}_x)$$



Virtasilmukka esimerkki: vääntömomentti

$$\begin{aligned} \mathbf{T} &= \frac{W}{2}(-\mathbf{e}_x) \times B l (-\mathbf{e}_z) + \frac{W}{2} \mathbf{e}_x \times B l \mathbf{e}_z \\ &= 2B l \frac{W}{2}(-\mathbf{e}_y) = B l A(-\mathbf{e}_y) \end{aligned}$$



Magneettimomentti $\mathbf{m}$

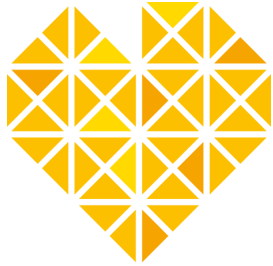
Magneettimomentti virtasilmukalle:

$$\mathbf{m} = I A \mathbf{e}_n$$

jossa yksikkönormaalivektori $\mathbf{e}_n$ saadaan oikean käden – säännön mukaisesti.

$$\Rightarrow \mathbf{T} = \mathbf{m} \times \mathbf{B}$$

Eli: Alueessa, jossa vaikuttaa magneettikenttä $\mathbf{B}$, on olemassa vääntömomentti $\mathbf{T}$, joka pyrkii kääntämään virtasilmukkaa sellaiseen asentoon, jossa $\mathbf{m}$ ja $\mathbf{B}$ ovat samaan suuntaan (jolloin vääntömomentti menee nolaksi)



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA