

Luku 27 Magnetismi

Mikä aiheuttaa
magneettikentän?

Magneettivuon tiheys

Virtajohtimeen ja varattuun
hiukkaseen vaikuttava voima
magneettikentässä

Magneettinen dipoli

Hallin ilmiö

Luku 27

Tavoitteet

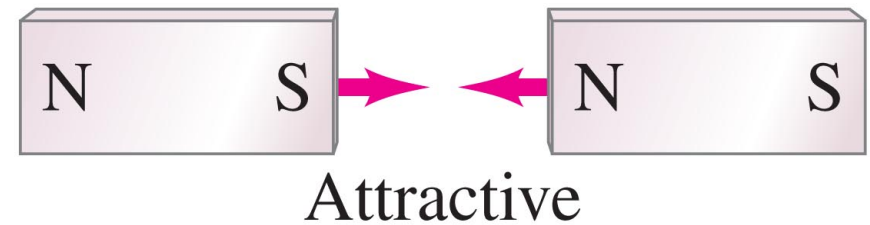
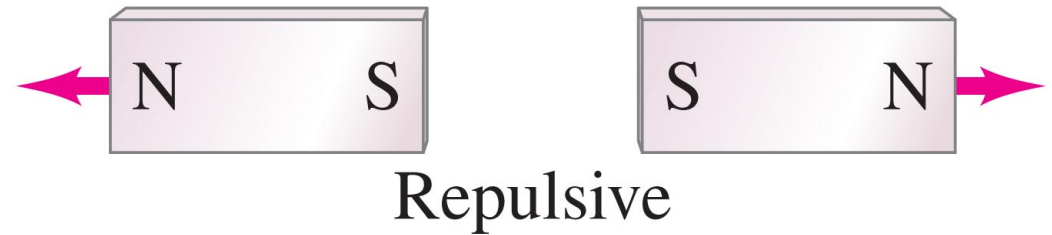
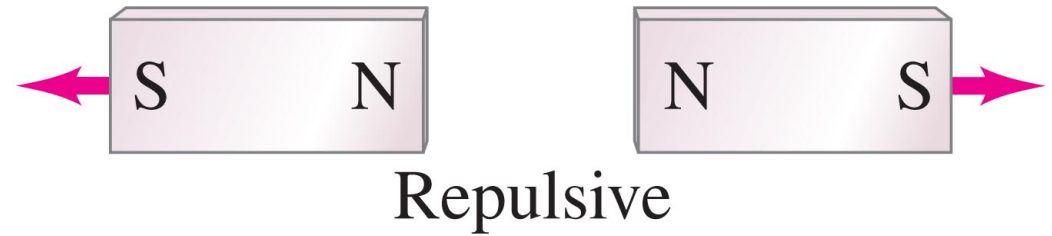
- Määrittää magneettikentän aiheuttama voima
 - varattuun hiukkaseen
 - virtajohtimeen
 - virtasilmukkaan

Esitiedot

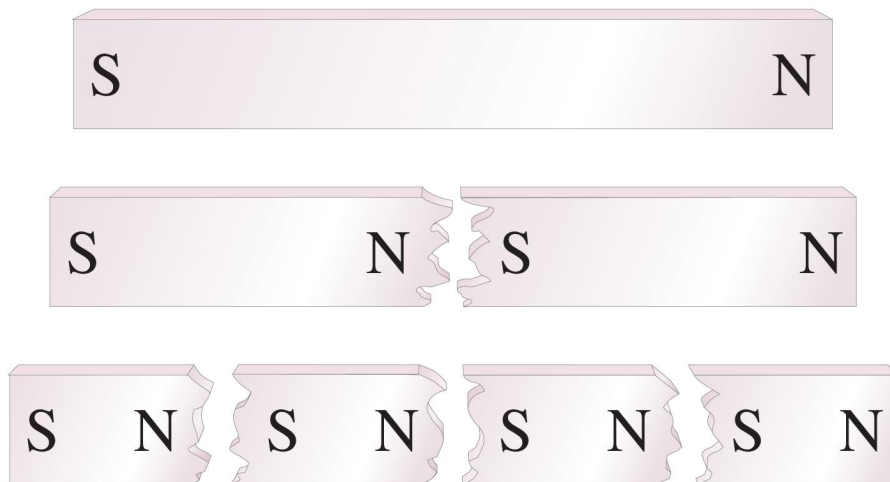
- sähköinen varaus ja voima,
- tasainen pyörimisliike
- ristitulo

24.1 Magneetti ja magneettikenttä

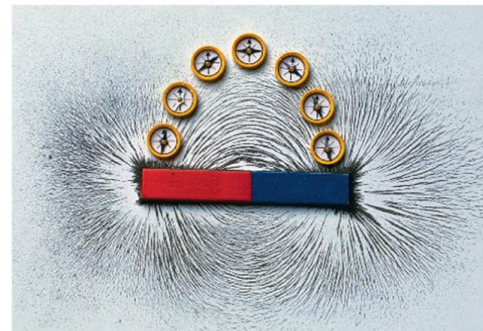
Ferromagneettiset kappaleet vuorovaikuttavat.



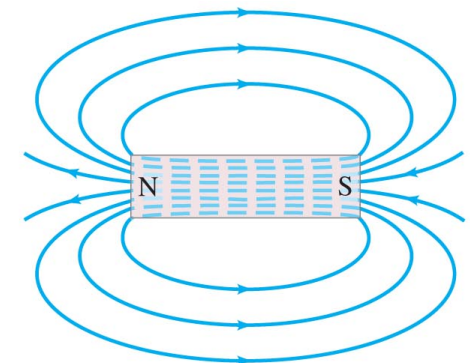
Magneeteissa on aina kaksi napaa.



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.



(a)



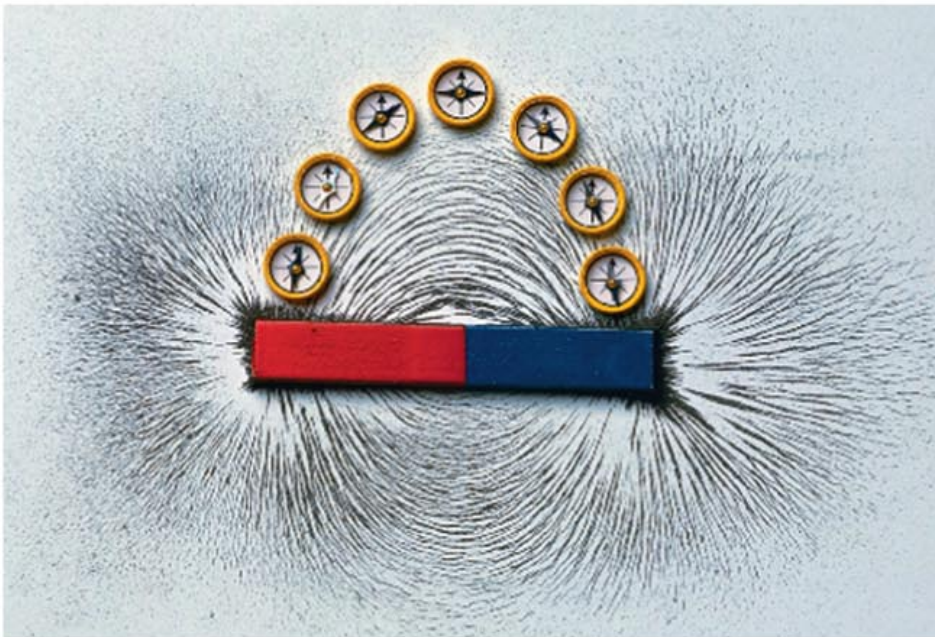
(b)

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.

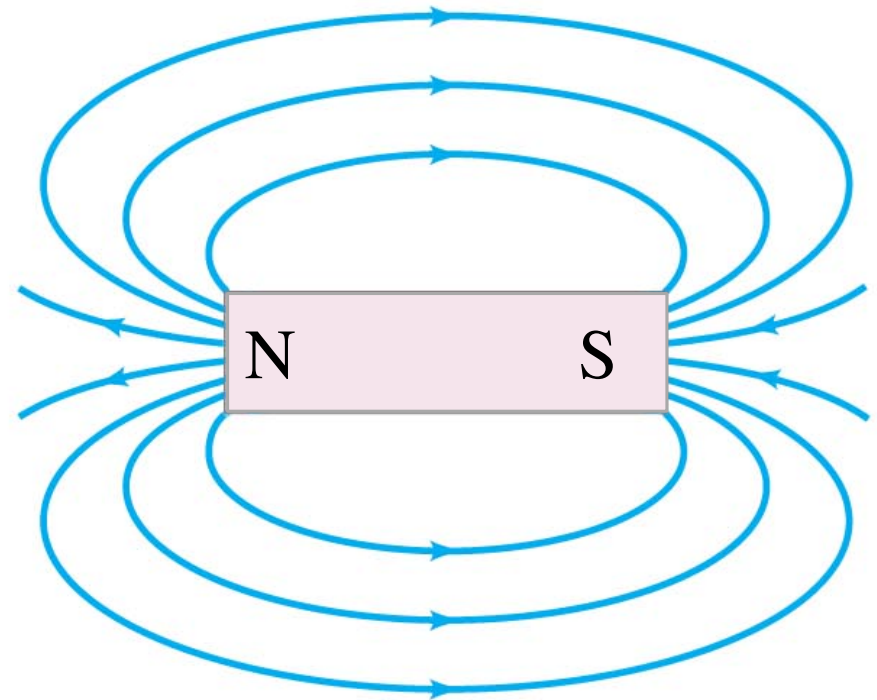
27-1 Magneetti ja magneettikenttä

Magneettikentän suunta



(a)

Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.



(b)

Tässä kirjan kuvaan piirrettynä magneettikentän kenttäviivat magneetin ulkopuolella

Magneettikenttä ja magneettivuon tiheys

Magneettista vuorovaikutusta kuvataan kentällä, jota kutsutaan magneettivuon tiheydeksi tai magneettikentäksi

\vec{B}

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{B}$$

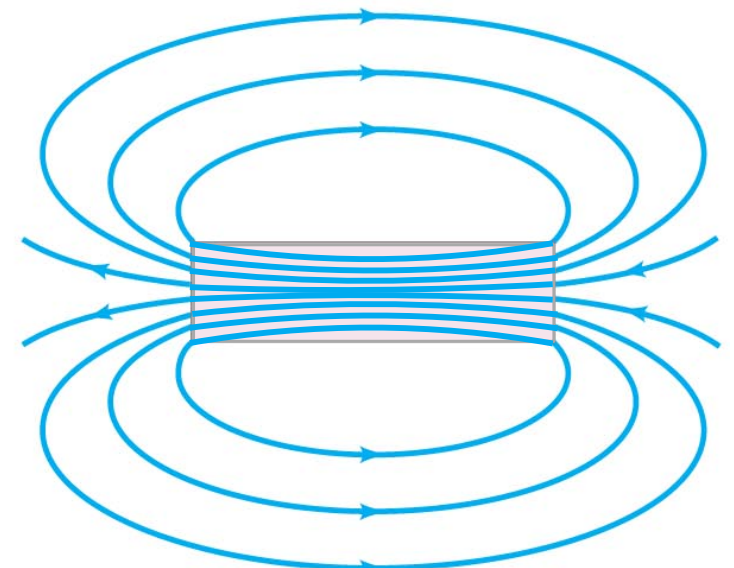
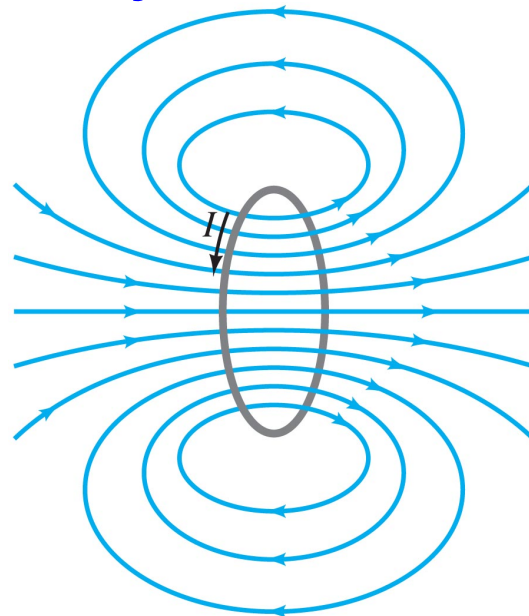
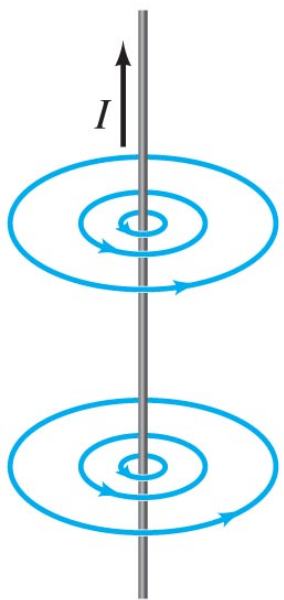
Näiden yksiköt

T

$\frac{\text{A}}{\text{m}}$

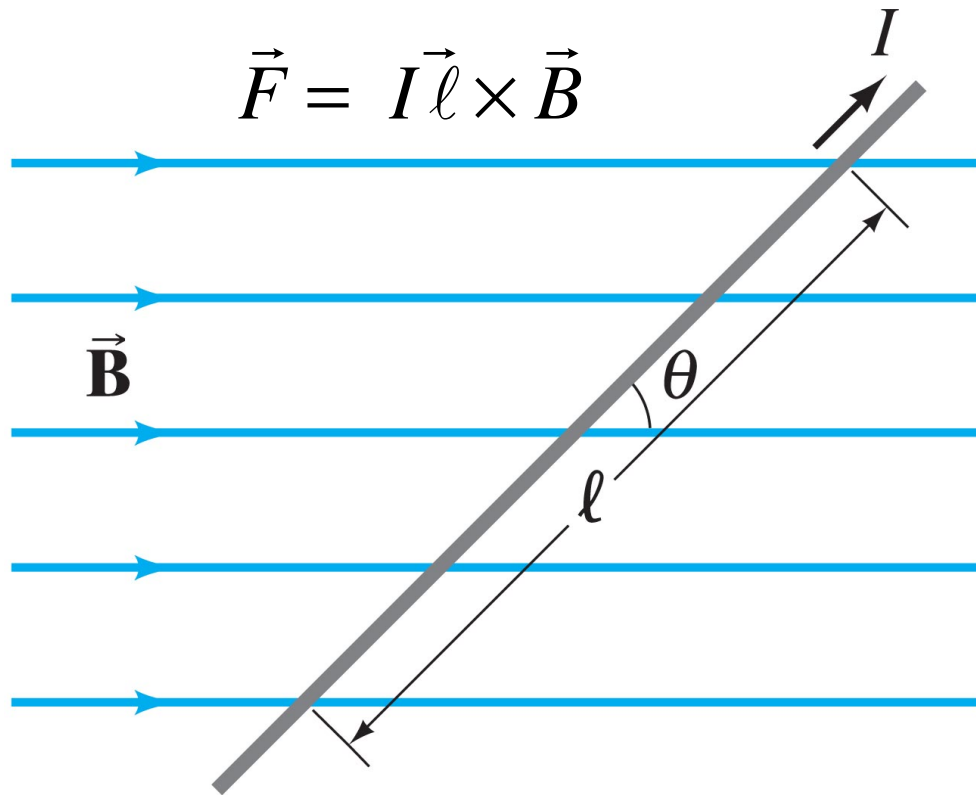
Kumpaakin kenttää voi kuvata kenttäviivoilla.

Magneettivuon tiheyden kenttäviivat ovat aina suljettuja silmukoita.

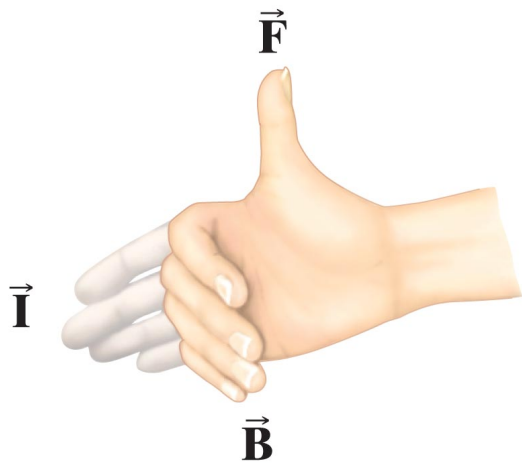


Tässä kirjan kuvaan piirrettynä B:n kenttäviivat

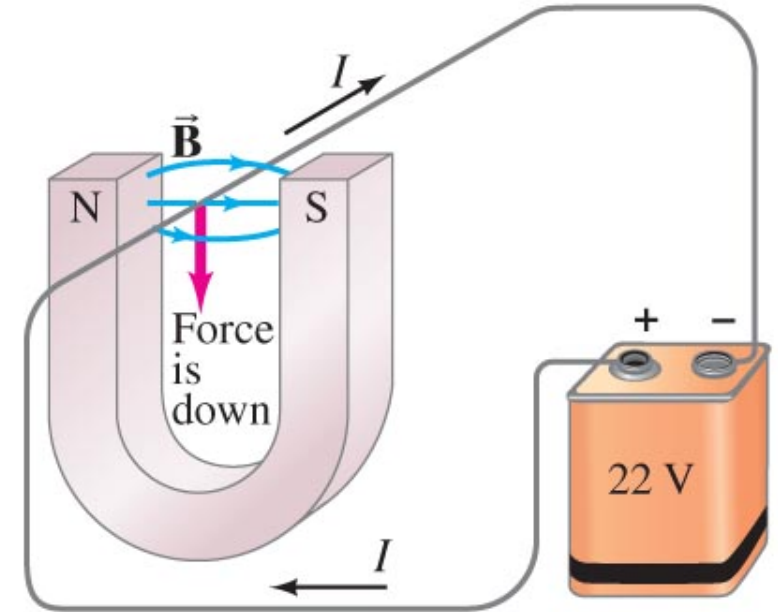
27-3 Virtajohtimeen vaikuttava voima



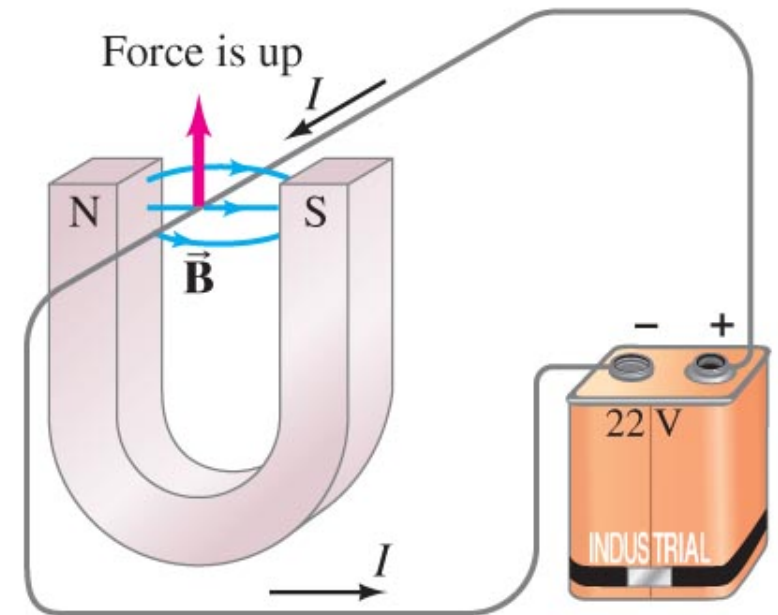
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc.



Ristitulon vektoreiden suunnat voi hahmottaa oikean käden sormien avulla.



(a)

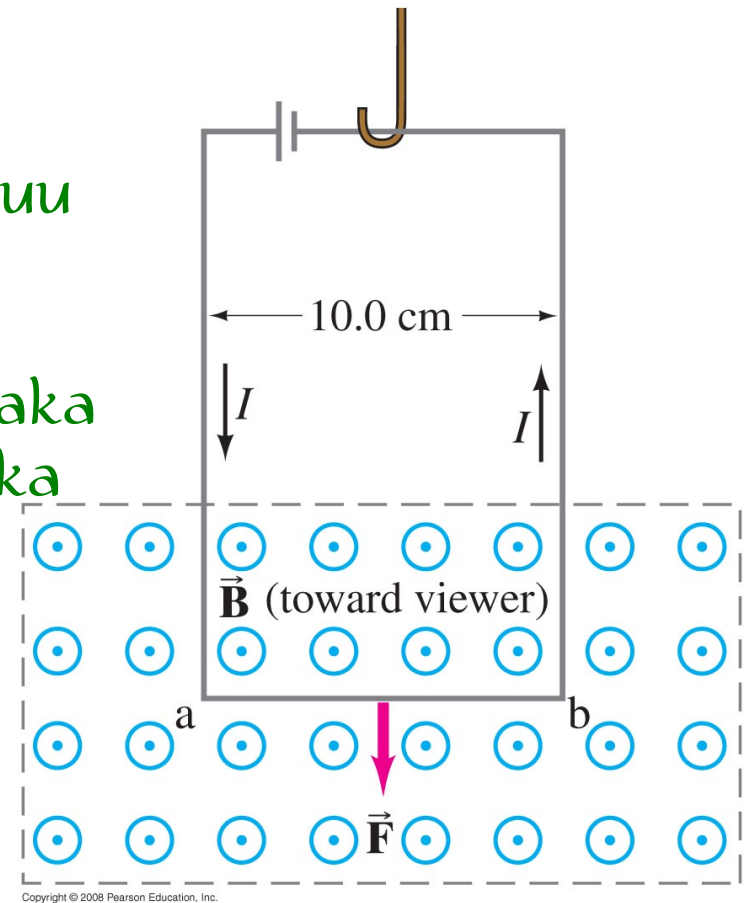


(b)

Esimerkki 27-2

Suorakaiteen muotoinen johdinsilmukka roikkuu koukusta, joka on kiinnitetty jousivaakaan. Silmukka on osittain magneetikentässä kuvan mukaisesti. Kun silmukassa ei kulje virtaa, vaaka nollataan. Kun silmukan virta on 245 mA, vaaka näyttää 34,8 mN:n voimaa.

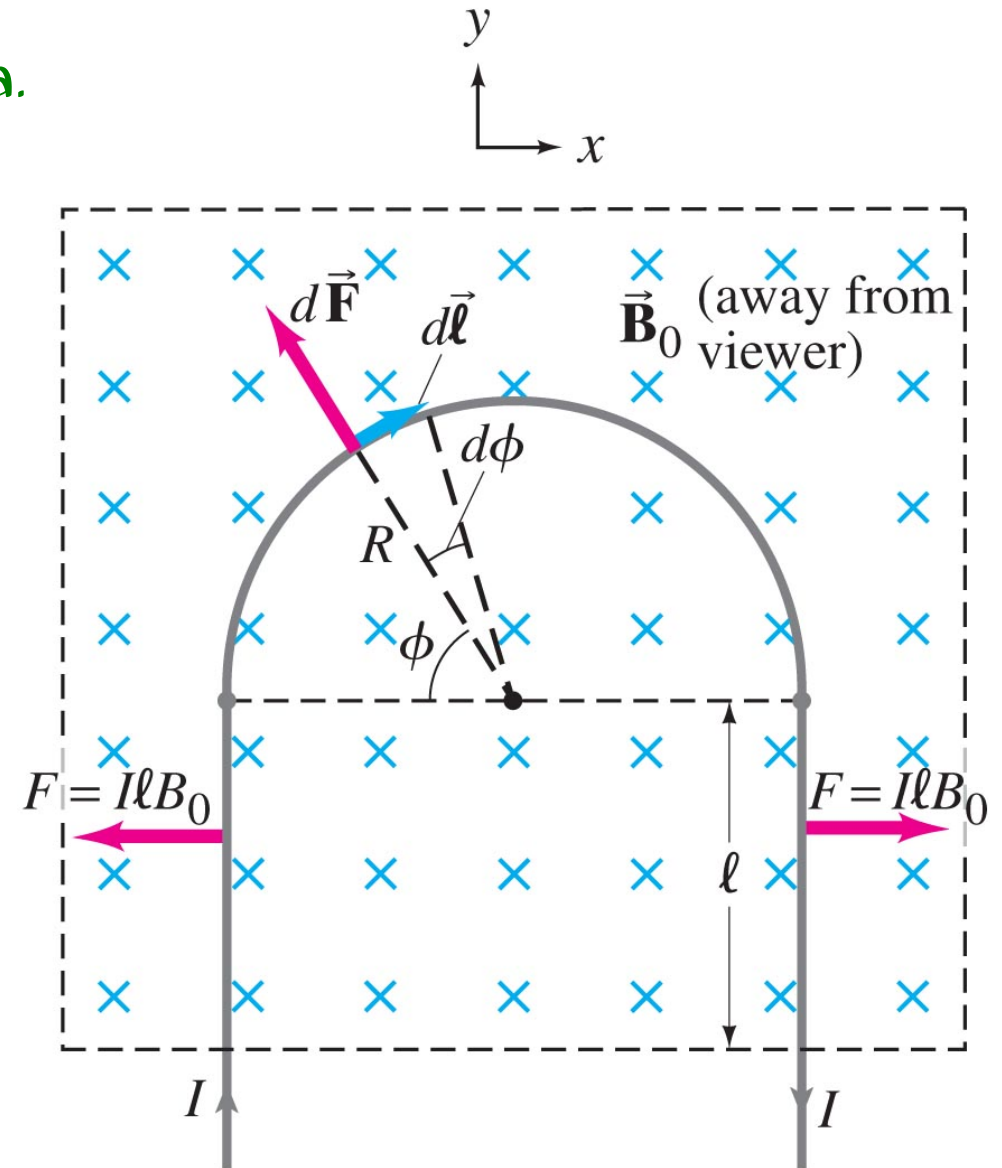
Määritä magneettivuon tiheyden suuruus.



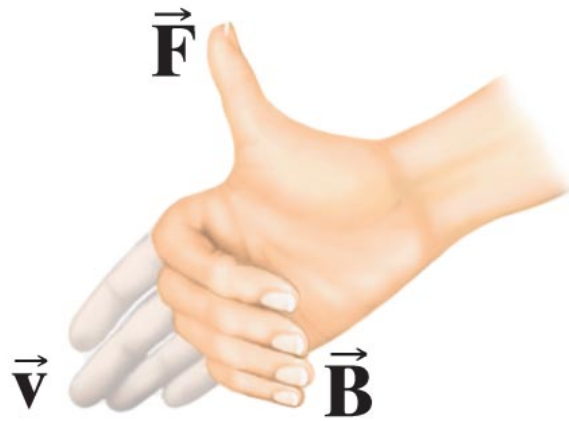
Esimerkki 27-3

Kuvan mukainen kahdesta yhdensuuntaisesta johtimesta ja niitä yhdistävästä puoliympyränkaaresta koostuva johdinsilmukka on homogeenisessa magneettikentässä. Silmukassa kulkee virta I .

Määritä silmukkaan kohdistuva voima.

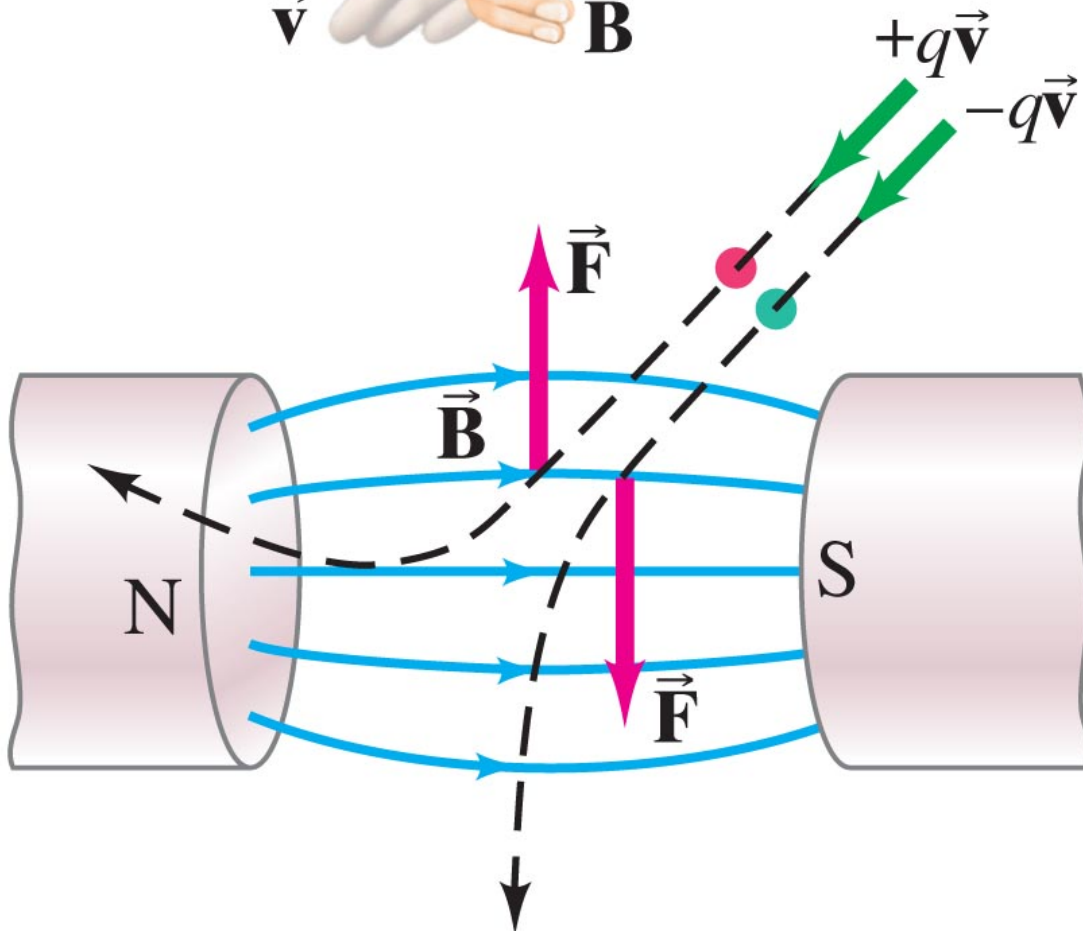


27-4 Lorenz-voima $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$



Ristitulon vektoreiden suunnat voi hahmottaa oikean käden sormien avulla.

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$$



Jos $\vec{v} \perp \vec{B}$
 $F = qvB$

Esimerkki 27-7

Elektroni kulkee nopeudella $2 \cdot 10^7$ m/s kohtisuoraan homogeeniseen magneettikenttään, jolle $B = 10$ mT. Kuvaile elektronin rataa.

27-5 Magneettinen dipolimomentti

Johdinsilmukkaan (virta I) vaikuttavat voimat

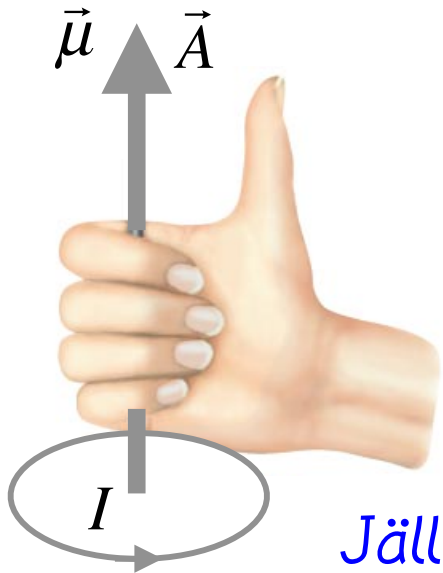
$$\vec{F} = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$$

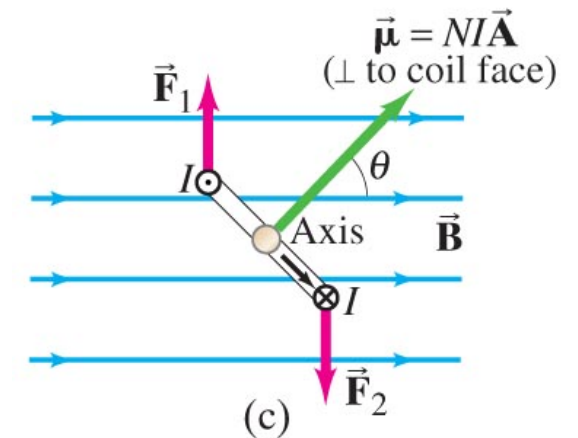
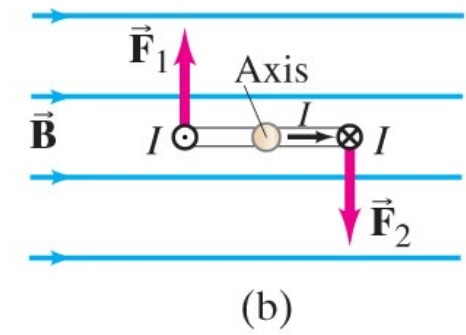
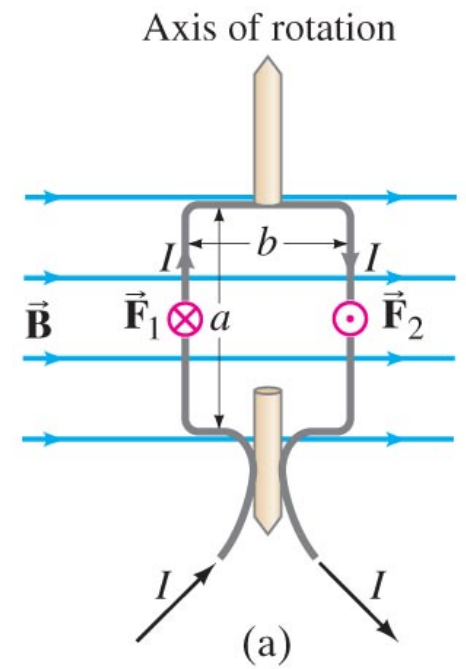
Johdinsilmukkaan (virta I) vaikuttaa momentti,

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

missä $\vec{\mu}$ on silmukan magneettinen dipolimomentti



Jälleen sama muistisääntö



27-5 Magneettinen dipolimomentti

Johdinsilmukkaan (virta I) vaikuttavat voimat

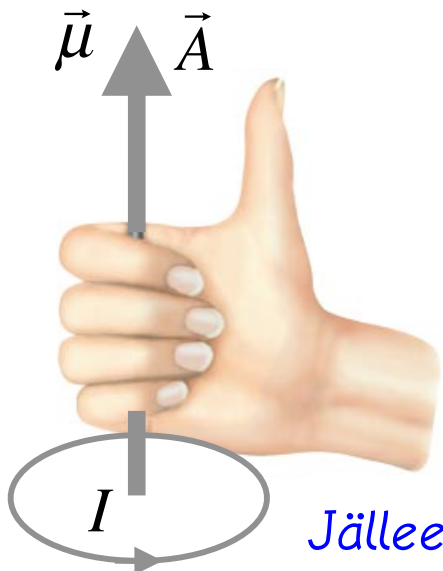
$$\vec{F} = I \vec{\ell} \times \vec{B}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$$

Johdinsilmukkaan (virta I) vaikuttaa momentti,

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

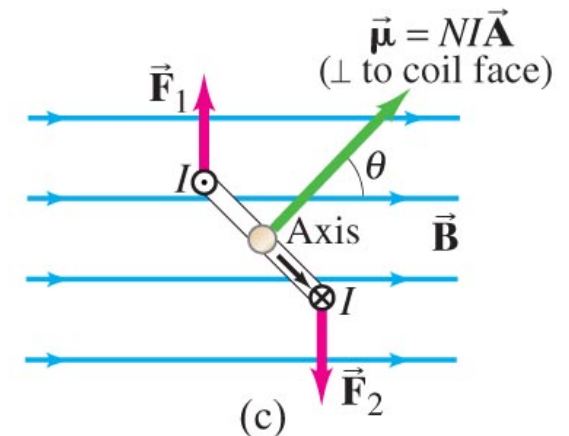
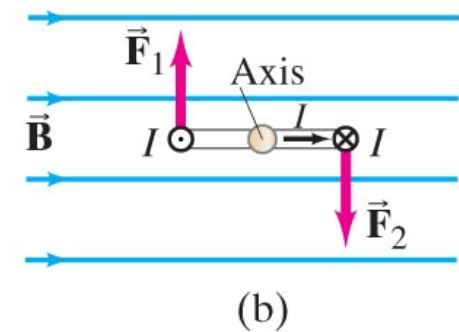
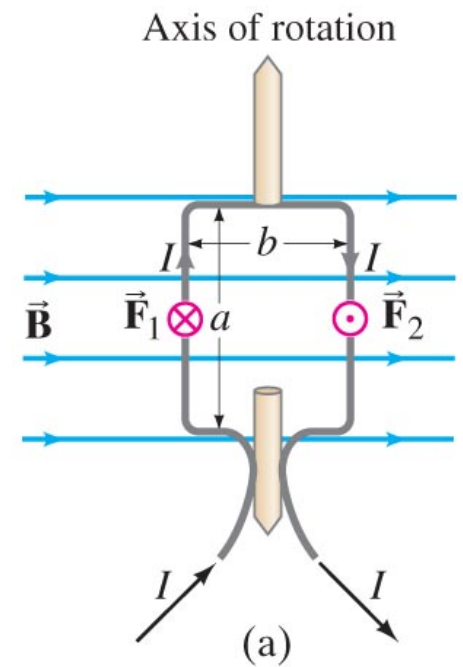
missä $\vec{\mu}$ on silmukan magneettinen dipolimomentti



Magneettisen dipolin energia magneettikentässä

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

Jälleen sama muistisääntö



Esimerkki 27-12

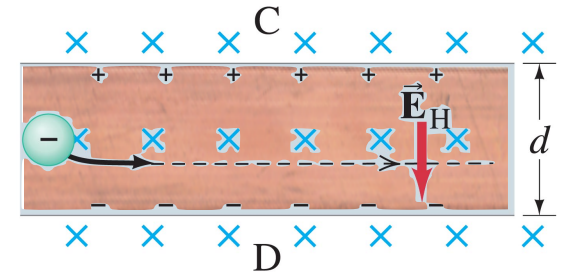
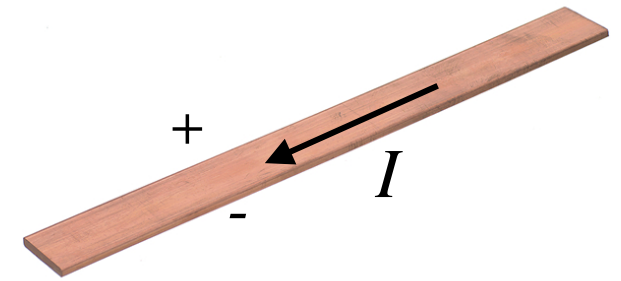
Arvioidaan vetyatomin magneettisen momentin suuruusluokka.

Yksinkertaistetaan vetyatomi protoniksi ja sitä ympyräradalla kiertäväksi elektroniksi. Oletetaan, että vetyatomi on perustilassaan, jolloin sen keskimääräinen etäisyys protonista on $0,529\text{\AA}$.

Esimerkki 27-13 Hall ilmiö

Pitkä kuparinen lattatanko on homogeenisessa magneettikentässä. Tankoa pitkin kulkee vakiona pysyvä 15 A:n virta. Latan leveys on 18 mm ja sen paksuus 1 mm. Magneettivuon tiheys on 1,2 T ja sen suunta on kohtisuorassa latan pintaa vasten. Latan reunojen välillä mitataan 1,02 μV :n jännite.

Määritä vapaiden elektronien tiheys kuparissa sekä millainen on niiden kulkeutumisenopeus virran kulkiessa.



(a)

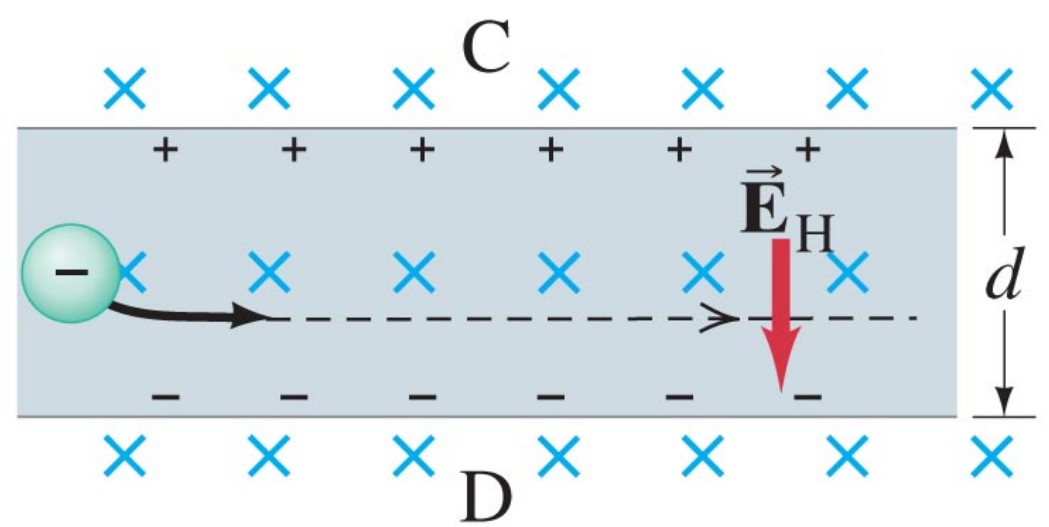
Copyright © 2005 Pearson Education, Inc.

Hall-ilmio

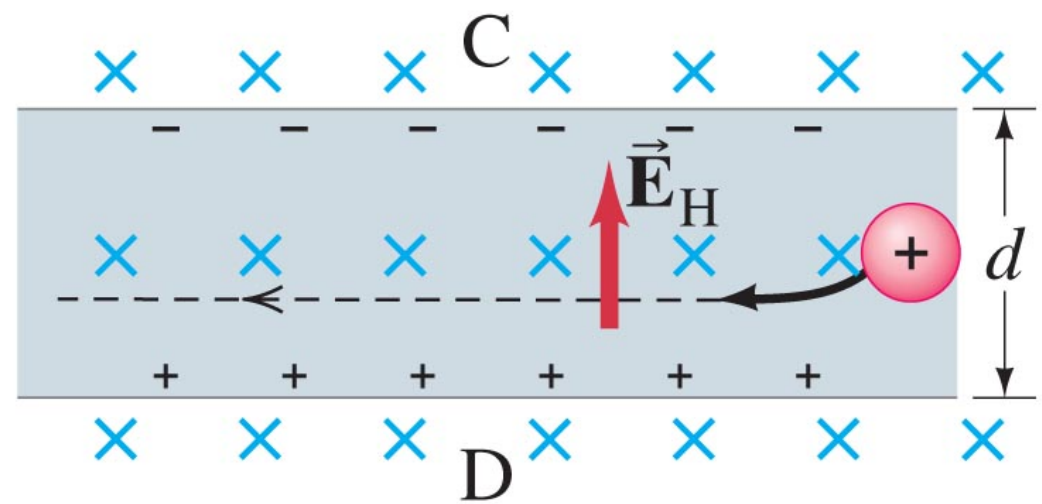
Magneettikentässä olevassa virtajohtimessa voidaan havaita potentiaaliero johtimen pintojen välillä.

Hall jännite

$$V_H = v_d B d$$



(a)



(b)