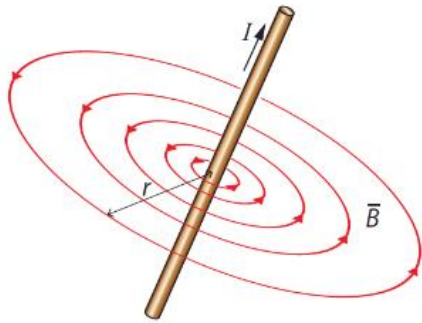


Luku 8 Suora johdin ja käämi ulkoisessa magneettikentässä

- Opetustv, FY6, 1. Sähkövirran synnyttämä magneettikenttä

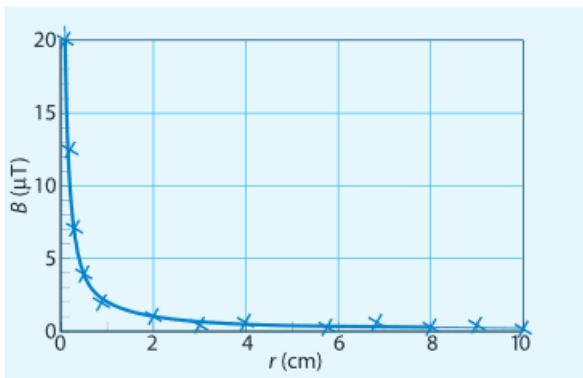
Suoran virtajohtimen magneettivuontiheyden suuruus



Magneettivuon tiheyden heikkeminen etäisyyden kasvaessa ilmenee piirroksessa kenttäviivojen harvenemisena.

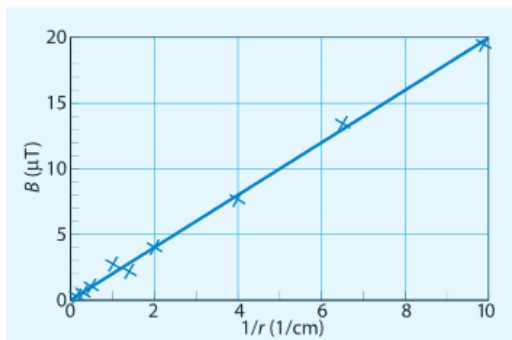
- tutkitaan suoran sähköjohtimen ympärilleen synnyttämän magneettivuon tiheyttä eri etäisyyksillä johtimesta

- 1) magneettivuon tiheys B kasvaa, kun sähkövirta I kasvaa
 $B \sim I$



- (r,B)-koordinaatisto

- 2) magneettivuon tiheys B pienenee, kun etäisyys r kasvaa



Havaintojen mukaan $B \sim \frac{1}{r}$.

Biotin-Savartin laki

Suoran virtajohtimen magneettikentän magneettivuon tiheyden suuruus etäisyydellä r johtimesta on

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

jossa μ_0 on tyhjiön permeabiliteetti, I sähköjohtimessa kulkeva sähkövirta ja r etäisyys johtimesta.

Tyhjiön permeabiliteetti on $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$.

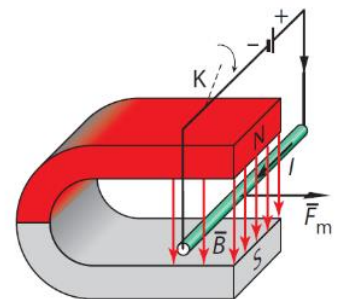
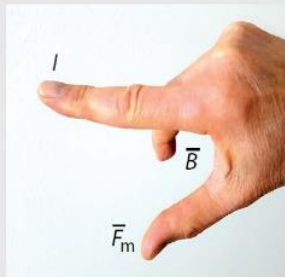
katso MAOL

- esim 1
- esim 2

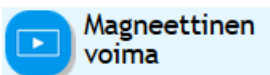
Virtajohdin ulkoisessa magneettikentässä

Virtajohtimen oikean käden sääntö

- Virtajohtimeen kohdistuvan magneettisen voiman suunta saadaan oikean käden säännöstä.
- Etusormi osoittaa sähkövirran suunnan, keskisormi magneettivuon tiheyden suunnan ja peukalo voiman suunnan.

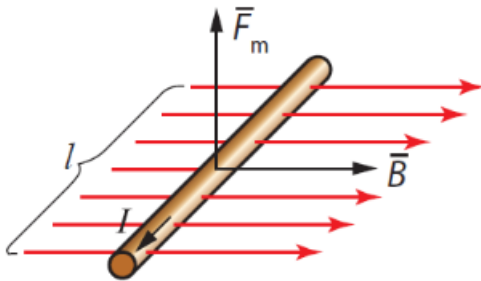


Aseta kätesi oikean käden säännön määräämällä tavalla kuvamaan piirroksen tilannetta.



Virtajohtimeen kohdistuva magneettinen voima

- magneettikenttää vastaan kohtisuorassa olevassa johtimessa kulkee elektroneja, joiden yhteenlaskettu varaus on ΔQ



homogeeninen magneettikenttä \vec{B}

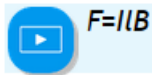
$l =$ johtimen pituus

$l \perp \vec{B}$

- magneettikenttä aiheuttaa varauksiin voimavaikutuksen
- voimavaikutuksen summa kohdistuu johtimeen

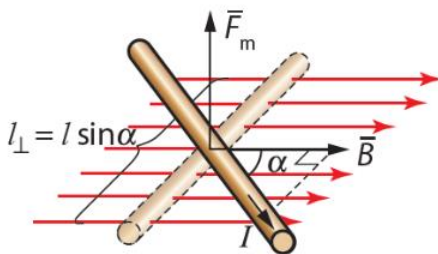
Virtajohdin ulkoisessa magneettikentässä

- Magneettikenttä vaikuttaa sitä vastaan kohtisuoraan virtajohtimeen voimalla \vec{F}_m , jonka suuruus on $F_m = IlB$, jossa I on johtimessa kulkeva sähkövirta, l johtimen magneettikentässä olevan osan pituus ja B magneettikentän magneettivuon tiheyden suuruus.
- Voiman suunta päätellään virtajohtimen oikean käden säännön avulla.



- esim3

Johdin ei ole kohtisuorassa magneettikenttää vastaan



Kulma α on johtimen ja magneettikentän kenttäviivojen välinen kulma.

$$F_m = I l_{\perp} B = I l \sin \alpha \cdot B = IlB \sin \alpha$$

jos johdin on kentän suuntainen

$$\alpha = 0^\circ \text{ ja } F_m = 0$$

- esim 4

- teht 8-2, 8-5, 8-6

Yhdensuuntaisten virtajohtimien välinen vuorovaikutus

Sähkövirta yhdensuuntaisissa lähekkäin olevissa johtimissa

Kaksi yhdensuuntaista johdinta

- vetävät toisiaan puoleensa, kun sähkövirrat johtimissa kulkevat samaan suuntaan
- hylkivät toisiaan, kun sähkövirrat johtimissa kulkevat vastakkaisiin suuntiin.

- teht 8-10

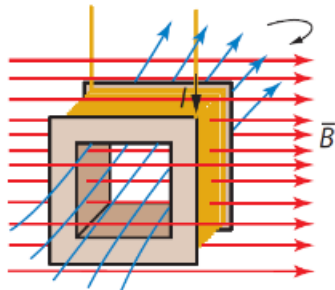
Käämi ulkoisessa magneettikentässä

- kun käämiin kytetään tasavirta, käämistä tulee sähkömagneetti
- MOMENTTI: käämi pyrkii kääntymään siten, että sen magneettikentän kenttäviivat ovat samansuuntaiset ulkoisen magneettikentän kanssa

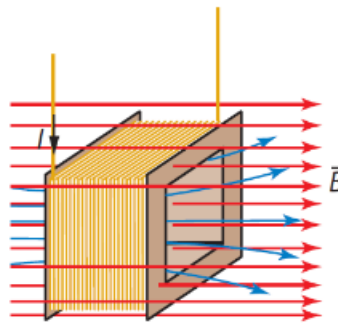
Magneettikentän käämiä vääntävä momentti

Käämiin kohdistuva momentti on

- suurin, kun käämin silmukoiden taso on magneettikentän kenttäviivojen suuntainen.
- nolla, kun käämin silmukoiden taso on kohtisuorassa magneettikentän kenttäviivoja vastaan.



Käämin asento hetkellä, kun virtapiiri on juuri suljettu. Ulkoinen magneettikenttä on piirretty punaisella, käämin magneettikenttä sinisellä.



Kun käämin silmukoiden taso on kohtisuorassa ulkoista magneettikenttää vastaan, käämiin ei kohdistu vääntävää momenttia.



Käämi ulkoisessa magneettikentässä

- teht 8-11