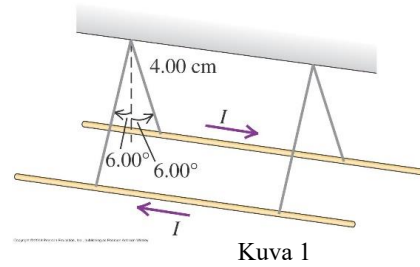


761119P Sähkömagnetismi 1

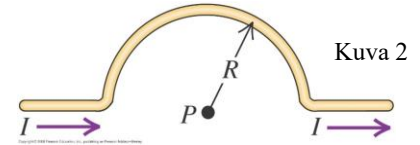
5. laskuharjoitus, kevät 2019

1. Kaksi pitkää suoraa johtoa roikkuu ohuista langoista Kuvan 1 osoittamalla tavalla. Johtojen massatiheys on 0.0125 kg/m ja niissä kulkee samansuuruinen virta, mutta vastakkaisiin suuntiin. Kuinka suuri virta johdoissa kulkee, jos lankojen ja pystysuoran suunnan välinen kulma on $6,00^\circ$.



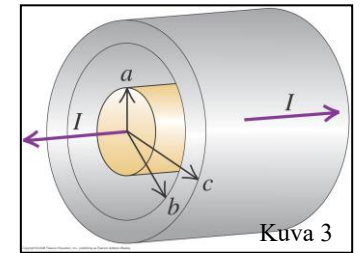
Kuva 1

2. Kuvassa 2 on esitetty johto, johon on taivutettu puoliympyränmuotoinen poikkeama. Johdossa kulkee virta I . Määritä johdossa kulkevan virran aiheuttama magneettikenttä pisteessä P . (Vinkki: mieti aiheuttavatko suorat johdonpätkät magneettikenttä P :ssä.)



Kuva 2

3. Kuvassa 3 on koaksiaalikaapeli, jossa sisäjohtin (säde a) on erotettu johtavasta kuoresta (sisäsäde b ja ulkosäde c) eristeellä. Sisäjohtimessa ja kuoressa kulkee kummassakin virta I , mutta vastakkaisiin suuntiin. Virta on molemmissa jakaantunut tasaisesti johdinten poikkipinnan yli. Johda lauseke kaapelin magneettikentän voimakkuudelle (a) johdinten välissä, jossa $a < r < b$ ja (b) kaapelin ulkopuolella, jossa $r > c$.



Kuva 3

4. MIT Francis Bitter National Magnetic Laboratory -laboratoriossa on saavutettu $37,2 \text{ T}$ magneettikenttä. Laske virta, joka tarvitaan tuollaisen kentän muodostamiseen

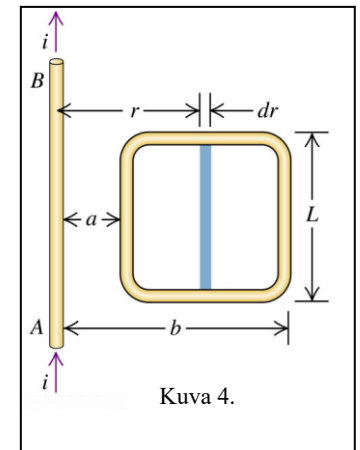
- $2,00 \text{ cm}$:n etäisyydellä pitkästä suorasta johtimesta,
- keskellä rengasmaista kelaa, jonka säde on $42,0 \text{ cm}$ ja jossa on 100 johdinkierrosta ja
- lähellä solenoidin keskikohtaa, kun solenoidin säde on $2,40 \text{ cm}$, pituus $32,0 \text{ cm}$ ja siinä on $40\,000$ kierrosta.

5. Laboratoriokokeessa pyöritetään kelaa Maan magneettikentässä asennosta, jossa kelan taso on kohtisuorassa kenttää vastaan asentoon, jossa se on kentän suuntainen ajassa 0.040 s . Kelassa on 200 kierrosta ja sen poikkipinta-ala on 12 cm^2 . Maan magneettikentän voimakkuus on $60 \mu\text{T}$.

- Mikä on kelan läpi menevä kokonaismagneettivuo ennen kuin sitä pyöritetään?
- Kuinka suuri keskimääräinen jännite kelaan indusoituu?

6. Kuvassa 4 näkyvässä pitkässä suorassa johtimessa AB ylöspäin kulkeva virta i kasvaa nopeudella di/dt .

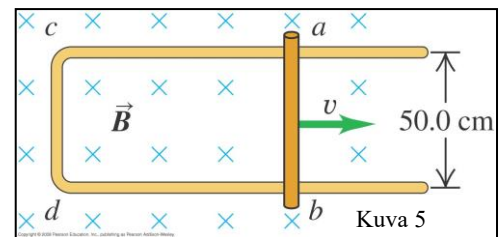
- Hetkellä, jolloin virran arvo on i , mikä on \vec{B} -kentän suuruus ja suunta etäisyydellä r johtimen oikealla puolella?
- Mikä on kapean varjostetun kaistan läpäisevä vuo $d\Phi_B$?
- Mikä on koko silmukan läpäisevä vuo?
- Mikä on silmukkaan indusoitunut lähdejännite?
- Laske indusoituneen lähdejännitteen lukuarvo, kun $a = 12,0 \text{ cm}$, $b = 36,0 \text{ cm}$, $L = 24,0 \text{ cm}$ ja $di/dt = 9,60 \text{ A/s}$.



Kuva 4.

7. Kuvassa 5 on johtava sauva ab asetettuna johtavien kiskojen ca ja db päälle. Systemi on vakiomagneettikentässä, jonka voimakkuus on 0.800 T ja suuntaan, joka näkyy kuvassa. a) Laske sauvaan indusoitua lähdejännite, kun sitä liikutetaan tasaisella nopeudella 7.50 m/s oikealle.

- Mihin suuntaan syntyvä virta kulkee?
- Silmukan $abcd$ resistanssi on 1.50Ω (oletetaan vakioksi). Laske voima (suuruus ja suunta), joka tarvitaan sauvan liikuttamiseen oikealle em. tasaisella nopeudella. Kitkaa ei tarvitse huomioida.
- Vertaa c-kohdan voiman tehoa (Fv) sähköpiirissä lämmöksi kuluvaan tehoon (I^2R).



Kuva 5

8. **Generaattorin rakentaminen?** Olet haaksirikkoutunut autiolla trooppiselle saarelle. Sinulla on sen verran sähkötarvikkeita, että voisit rakentaa niistä generaattorin, mutta sinulla ei ole magneetteja. Maan magneettikentän suunta tuolla seudulla on maanpinnan suuntainen ja vuon tiheys on $8,0 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Niinpä yrität käyttää tätä kenttää hyväksi pyörittämällä siinä suurta rengasmaista kelaa. Tarvitset lähdejännitteen, jonka huippuarvo on $9,0 \text{ V}$ ja arvelet voitavasi pyörittää kelaa 30 kierrosta minuutissa vääntökahvan avulla. Jotta kelan resistanssi ei olisi liian suuri, siinä voi olla korkeintaan 2000 johdinkierrosta.

- Mikä on kelasilmukan pinta-alan oltava?
- Jos kela on ympyränmuotoinen, mikä on suurin etenemisnopeus, jolla jokin kelan osa liikkuu? Onko tällainen laite käytännössä toimiva? Perustelee.