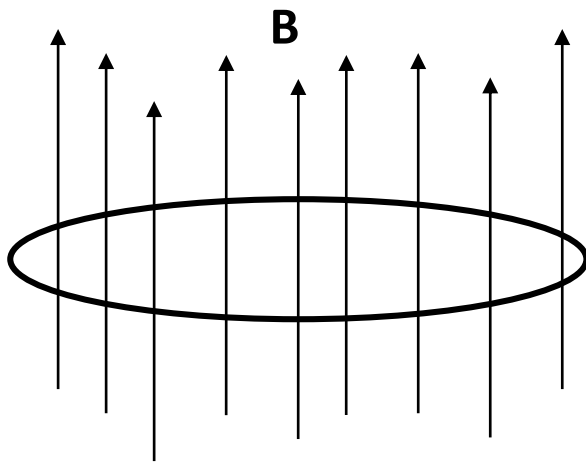


Jakso 8: Sähkömagneettinen induktio, induktanssi, vaihtovirtapiirit
Tämän jakson tehtävät on näytettävä tai palautettava viimeistään maanantaina 12.8.2019.

T 8.1 (Tee ainakin tämä ja seuraava tehtävä): Ympyränmuotoinen virtasilmukka on kohtisuorassa magneettikenttää vastaan alla olevan kuvan mukaisesti.

- Magneettikenttää pienennetään. Minkä suuntainen virta indusoituu silmukkaan?
- Magneettikenttää kasvatetaan. Minkä suuntainen virta indusoituu silmukkaan?
- Magneettikenttä pidetään vakiona. Miten silmukkaa kannattaisi liikuttaa, jotta siihen indusoituisi virta? Mikä on indusoituneen virran suunta?



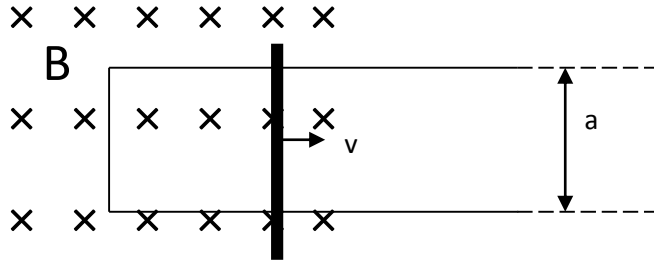
T 8.2 (Tee ainakin tämä ja edellinen tehtävä): a) Ympyränmuotoinen virtasilmukka on kohtisuorassa magneettikenttää vastaan yllä olevan kuvan mukaisesti. Silmukan säde on $r = 5,00$ cm. Magneettikenttä on vakio: $B_0 = 0,01$ T. Mikä magneettikentän vuo Φ_B menee silmukan läpi?

- Kyseinen virtasilmukka asetetaan niin, että magneettikentän suunnan ja silmukan normaalin välinen kulma on 30° . Mikä magneettikentän vuo menee nyt silmukan läpi?
- Virtasilmukka asetetaan jälleen yllä olevan kuvan mukaisesti kohtisuoraan magneettikenttää vastaan. Nyt magneettikenttä alkaa muuttua ajan funktiona siten, että sen hetkellinen arvo on

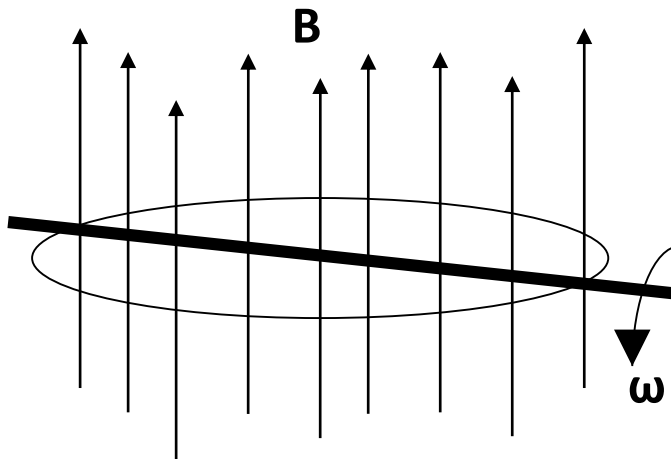
$$B = \frac{B_0}{T} t$$

missä $T = 1$ s. (Magneettikentän suunta pysyy samana.) Mikä jännite indusoituu silmukkaan?

T 8.3: Magneettikenttään $B = 0,001 \text{ T}$ asetetaan johdin, joka on taivutettu kuvan osoittamalla tavalla kantikkaan U-kirjaimen muotoiseksi. Johtimen päälle asetetaan sauva, joka liikkuu oikealle nopeudella $v = 0,50 \text{ m/s}$. Mikä jännite indusoituu johtimen ja sauvan muodostamaan silmukkaan? Mikä on syntyvän virran suunta? Magneettikentän suunta on katsojasta pois päin ja $a = 5,0 \text{ cm}$.



T 8.4: Ympyränrenkas (säde a) on vakiomagneettikentässä B . Renkas alkaa pyöriä ympyrän keskipisteen kautta kulkevan, ympyrän tason suuntaisen akselin ympäri kulmanopeudella ω . Mikä jännite indusoituu renkaaseen?



T 8.5: Kelassa kulkeva virta muuttuu $0,01 \text{ mA}$ yhden millisekunnin aikana, jolloin kelan päiden välille indusoituu $0,02 \text{ voltin}$ jännite. Mikä on kelan (itse)induktanssi?

T 8.6: Vastus, kela ja kondensaattori kytketään sarjaan vaihtojännitelähteen kanssa, jonka jännite ajan funktiona noudattaa yhtälöä

$$v = V \cos \omega t$$

Vastuksen resistanssi on $R = 24 \Omega$, kelan induktanssi $L = 18 \text{ mH}$, kondensaattorin kapasitanssi $C = 70 \mu\text{F}$, jännitteen taajuus $f = 50 \text{ Hz}$ ja jännitteen amplitudi $V = 10 \text{ V}$. Määritä

- jännitteen kulmataajuus ω ,
- kelan induktiivinen reaktanssi X_L
- kondensaattorin kapasitiivinen reaktanssi X_C .

T 8.7: Tarkastellaan tehtävässä 8.6 esiteltyä sarjapiiriä. Määritä

- a) piirin impedanssi,
- b) piirin maksimivirta,
- c) piirin tehollinen jännite,
- d) piirin tehollinen virta.

T 8.8: Tarkastellaan edelleen tehtävässä 8.6 esiteltyä sarjapiiriä. Määritä:

- a) maksimijännite vastuksen yli,
- b) maksimijännite kelan yli,
- c) maksimijännite kondensaattorin yli.

T 8.9: Tarkastellaan edelleen samaa sarjapiiriä. Määritä

- a) virran ja jännitteen välinen vaihe-ero kelassa,
- b) virran ja jännitteen välinen vaihe-ero vastuksessa,
- c) virran ja jännitteen välinen vaihe-ero koko piirissä.

T 8.10: Laske tehonkulutus edellä mainitussa RLC-sarjapiirissä.

Vastauksia

T 8.2: a) $7,85 \cdot 10^{-5}$ Wb, b) $6,8 \cdot 10^{-5}$ Wb, c) $-7,85 \cdot 10^{-5}$ V

T 8.3: $-25 \cdot 10^{-6}$ V, mieti virran suunta

T 8.4: $B\pi(a^2)\omega\sin(\omega t)$

T 8.5: 2 H

T 8.6: a) 314 rad/s, b) 5,66 Ω , c) 45,5 Ω

T 8.7: a) 46,5 Ω , b) 0,215 A, c) 7,07 V, d) 0,152 A

T 8.8: a) 5,16 V, b) 1,22 V, c) 9,78 V

T 8.9: a) 90° , b) 0° , c) $-58,9^\circ$

T 8.10: 0,555 W