

Anturifysiikka Tehtävät 3

Aman Mughal

31/01/2023

Tehtävä 1

Suora johdin, jonka pituus on 3,5 m, a) on kohtisuorassa magneettikenttää vastaan, b) muodostaa 46° kulman magneettikentän kanssa. Määritä johtimeen kohdistuva magneettinen voima, kun magneettivuon tiheys on 0,67 mT ja johtimessa kulkee 5,9 A:n virta. [a) 14 mN b) 10 mN]

a):

$$B = 0,67 \text{ mT}$$

$$l = 3,5 \text{ m}$$

$$I = 5,9 \text{ A}$$

$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin(90^\circ)$$

$$F = 5,9 \text{ A} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 0,67 \text{ mT} \cdot 10^{-3} \cdot \sin(90^\circ) = 0.0138 \text{ N} \cdot 10^3 \approx 14 \text{ mN}$$

b):

$$B = 0,67 \text{ mT}$$

$$l = 3,5 \text{ m}$$

$$I = 5,9 \text{ A}$$

$$F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin(46^\circ)$$

$$F = 5,9 \text{ A} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 0,67 \text{ mT} \cdot 10^{-3} \cdot \sin(46^\circ) = 0.0099 \text{ N} \cdot 10^3 \approx 10 \text{ mN}$$

Tehtävä 2

Virtajohtimessa A kulkee 4,1 A:n virta, ja sen kanssa samansuuntaisessa johtimessa B kulkee 13 A:n virta. Johtimet ovat 11 cm:n etäisyydellä toisistaan. Määritä a) magneettivuon tiheys A:n kohdalla ja b) A:n 5,0 m:n mittaiseen osaan kohdistuva magneettinen voima. [a) $24 \mu\text{T}$ b) 0,48 mN]

a):

$$I_1 = 4,1 \text{ A}, I_2 = 13 \text{ A}$$

$$d = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

$$B = \frac{I_1 + I_2}{2\pi d} = \frac{4,1 + 13}{2\pi \cdot 0,11} = 24 \mu\text{T}$$

b):

$$I_1 = 4,1 \text{ A}, I_2 = 13 \text{ A}$$

$$d = 11 \text{ cm} = 0,11 \text{ m}$$

$$l = 5 \text{ m}$$

$$F = \frac{\mu_0 \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l}{2\pi \cdot d}$$

$$F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4,1 \text{ A} \cdot 13 \text{ A} \cdot 5 \text{ m}}{2\pi \cdot 0,11 \text{ m}} = 0.0004857 \text{ N} \cdot 10^3 = 0,48 \text{ mN}$$

Tehtävä 3

Vaakasuurassa johtimessa kulkee 120 A:n virta kohti koillista. Millaisen voiman maapallon magneettikenttä aiheuttaa johtimen 10 m:n mittaiseen osaan, kun kentällä on alaspäin suuntautuva $52 \mu\text{T}$:n suuruinen pystykomponentti ja pohjoiseen suuntautuva $18 \mu\text{T}$:n suuruinen vaakakomponentti? [64 mN, luoteesta 14° ylöspäin]

Vastaus:

$$I = 120 \text{ A}$$

$$l = 10 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{(52\mu\text{T})^2 + (18\mu\text{T})^2} = 54\mu\text{T}$$

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin(90^\circ)$$

$$F = 54\mu\text{T} \cdot 120 \text{ A} \cdot 10 \text{ m} \cdot \sin(90^\circ) = 0.064 \text{ N} \cdot 10^3 = 64 \text{ mN}$$

Tehtävä 4

Neliön muotoinen johdinsilmukka (sivun pituus 87 mm) on homogeenisessa magneettikentässä, jonka magneettivuon tiheys on viereisen kuvan mukaisesti kahden silmukan sivun kanssa yhdensuuntainen ja itseisarvoltaan 37 mT:n suuruinen. a) Määritä kaikkiin silmukan sivuihin kohdistuvien (ulkoisesta magneettikentästä aiheutuvien) magneettisten voimien suuruudet ja suunnat, kun silmukassa kulkee 9,1 A virta myötäpäivään. b) Määritä silmukkaan kohdistuvan momentin suuruus. [a) 29 mN (tai nolla) b) 2,5 mNm]

a):

$$B = 37 \text{ mT}$$

$$I = 9,1 \text{ A}$$

$$l = 87 \text{ mm} = 0,087 \text{ m}$$

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin(90^\circ)$$

$$F = 37 \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 9,1 \text{ A} \cdot 87 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 0,029 \text{ N} \cdot 10^3 = 29 \text{ mN} \vee 0$$

b):

$$F = 0,029 \text{ N}$$

$$R = 0,087 \text{ m}$$

$$M = F \cdot R = 0,029 \text{ N} \cdot 0,087 \text{ m} = 0.0025 \text{ Nm} = 2,5 \text{ mNm}$$