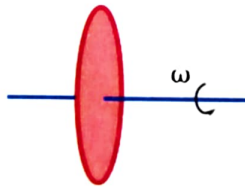

PHYS-A3131 Sähkömagnetismi (ENG1), tentti 23.2.2022
Luentomoniste, johon on paperin tekstipuolelle tehty merkintöjä, on sallittu.
Erilliset taulukot tai muut muistiinpanot eivät ole sallittuja.
Laskimet eivät ole sallittuja.
Perustele vastauksesi ellei tehtävässä anneta muuta ohjetta.

Vastaa kaikkiin tehtäviin. Vaikka tehtävien yhteispistemäärä on suurempi, tentin maksimipistemäärä on 30 pistettä.

- Anna perustelut seuraaville väitteille:
 - Tasapainotilassa metallikappaleessa ei ole sähkökenttää. (2 p.)
 - Varatun metallikappaleen sähkövaraus on kappaleen pinnalla. (4 p.)
- Ympyränmuotoinen tasaisesti varattu eristekiekkko pyörii akselinsa ympäri kulmanopeudella ω , kts. kuva. Tällöin kiekon ympärillä havaitaan magneettikenttä.
 - Miksi pyörivän kiekko ympärillä havaitaan magneettikenttä? (2 p.)
 - Hahmottele magneettikentän muoto kiekon ympärillä. (2 p.)
 - Millä tavoin kiekon pyörimisen kulmanopeus vaikuttaa magneettikenttään? (2 p.)



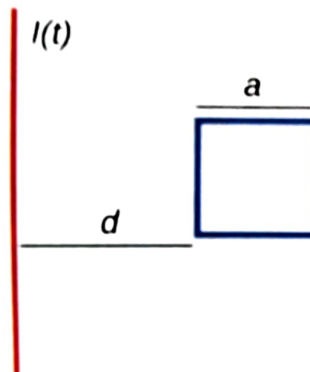
- Sähkömoottorissa roottori pyörii magneettikentän tuottavan staattorin sisällä. Roottorin johtimissa kulkee sähkövirta ja moottori tekee työtä roottorin pyörimisakselin kautta.
 - Selitä, miksi roottori alkaa pyöriä, kun sen johtimiin johdetaan sähkövirta ulkopuolisesta tasavirtalähteestä. (3 p.)
 - Niin sanotussa oikosulku- eli induktiomootorissa roottoriin ei johdeta lainkaan sähkövirtaa ulkopuolelta. Miten tällainen moottori toimii? (3 p.)

4. Punaisessa johtimessa kulkee vaihtovirta $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$. Johtimen vieressä etäisyydellä d on neliön muotoinen sininen johdinsilmukka, jonka sivun pituus on a oheisen kuvan mukaisesti. Myös silmukassa havaitaan sinimuotoinen sähkövirta.

- (a) Miksi johdinsilmukassa havaitaan sähkövirta? (2 p.)
(b) Osoita, että johdinsilmukan sähkövirran huippuarvo on

$$I_0 = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln\left(\frac{d+a}{a}\right) \frac{I_0 \omega}{R}$$

missä R on silmukan resistanssi. (4 p.)



5. Vuonna 1886 Heinrich Hertz rakensi LC-piirin ja synnytti siihen värähtelevän virran. Hän asetti toisen samanlaisen piirin neljän metrin päähän ensimmäisestä ja havaitsi, että siihenkin syntyi värähtelevä virta. Minkä ilmiön Hertz oli havainnut? Millaisin lisäkokein Hertz saattoi varmistua, ettei kysymyksessä ollut Faradayn aiemmin havaitsema sähkömagneettinen induktio? (6 p.)
6. Vaihtojännitteeseen on kytketty sähkölaite, jolla on vain resistanssia. Laitteen tehoa voidaan säädellä esimerkiksi käämin avulla. Selitä miten? Onko vastaava tehonsäätö käämin avulla mahdollista, jos laite on kytketty tasajännitelähteeseen? (6 p.)