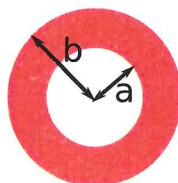


**PHYS-A3131 Sähkömagnetismi (ENG1), tentti 22.2.2019**  
**Luentomoniste, johon on paperin tekstipuolelle tehty merkintöjä on sallittu.**  
**Erilliset taulukot tai muut muistiinpanot eivät ole sallittuja.**  
**Ylioppilaskirjoituksissa hyväksyty laskin on sallittu.**  
**Perustele vastauksesi ellei tehtävässä anneta muuta ohjetta.**

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

1. Johtavan pallonkuoren sisäsäde on  $a$  ja ulkosäde  $b$ . Kuoren kokonaisvaraus on  $+Q$ . Millainen on sähkökenttä kuoren sisällä, kun  $r < a$ , kuoressa, kun  $a < r < b$  ja kuoren ulkopuolella, kun  $r > b$ ? Entä millä tavoin kuoren varaus on jakautunut kuoreen? (6 p.)



2. Taulukoiden ja muiden lähteiden mukaan toroidin synnyttämä magneettikenttä toroidin sisällä on voimakkuudeltaan  $B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r}$ , missä  $I$  on toroidissa kulkeva virta,  $r$  etäisyys toroidin keskipisteestä ja  $N$  toroidin kierrosten lukumäärä. Johda tämä tulos. (6 p.)
3. Sähkömoottorissa roottori pyörii magneettikentän tuottavan staattorin sisällä. Roottorin johtimissa kulkee sähkövirta ja moottori tekee työtä roottorin pyörimisakselin kautta.
- (a) Selitä, miksi roottori pyörii, kun sen johtimiin johdetaan sähkövirta ulkopuolisesta virtalähteestä. (3 p.)
- (b) Niin sanotussa oikosulku- eli induktiomoottorissa roottoriin ei johdeta lainkaan sähkövirtaa ulkopuolelta. Miten tällainen moottori toimii? (3 p.)
4. Levykondensaattoria varataan vakiovirralla. Levyjen väliseen tilaan on jäänyt pieniä hiukkasia, joilla on sähkövaraus. Millainen voima hiukkasiin kohdistuu painovoiman lisäksi? (6 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. Kun sähkögeneraattorilla käytetään sähkömoottoria, tilannetta voidaan tarkastella RLC-piirinä, jossa generaattori on vaihtovirtalähde. Lähde tuottaa sinimuotoista vaihtojännitettä, jonka tehollinen arvo on  $V$  ja kulmataajuus  $\omega$ . Moottorin tekemä työ näkyy piirin resistanssina  $R$ . Millä tavoin generaattorin kulmataajuuden  $\omega$  muuttaminen vaikuttaa piirissä kulkevaan virtaan ja sähkömoottorille siirtyvään tehoon? (6 p.)