

PHYS-A3131 Sähkömagnetismi (ENG1), tentti 19.2.2020
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.

1. Homogeenisesti varatun eristepallon kokonaisvaraus on positiivinen. Pallon synnyttämä sähkökenttä osoittaa pois päin pallon keskipisteestä. Kentän voimakkuus on

$$\begin{cases} E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{r}{r_0^3} Q, & \text{kun } r \leq r_0 \\ E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} Q, & \text{kun } r \geq r_0 \end{cases}$$

missä r on etäisyys pallon keskipisteestä, r_0 on pallon säde ja Q pallon kokonaisvaraus. Anna perustelu kentän suunnalle ja voimakkuudelle. (6 p.)

2. Taulukoiden ja muiden lähteiden mukaan magneettivuon tiheys pitkän, tiukasti käärityn solenoidin sisällä on $B = \mu_0 n I$, missä I on solenoidissa kulkeva virta ja n on solenoidin kierrostiheys eli virtasilmukoiden lukumäärä pituusyksikköä kohden. Johda tämä tulos. (6 p.)

$$n = \frac{N}{L}$$

3. Sähkömoottorissa roottori pyörii magneettikentän tuottavan staattorin sisällä. Roottorin johtimissa kulkee sähkövirta ja moottori tekee työtä roottorin pyörimisakselin kautta.

(a) Selitä, miksi roottori alkaa pyöriä, kun sen johtimiin johdetaan sähkövirta ulkopuolelta tasavirtalähteestä. (3 p.)

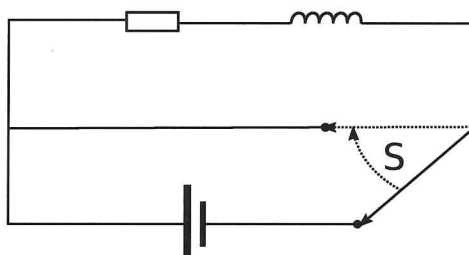
(b) Niin sanotussa oikosulku- eli induktiomootorissa roottoriin ei johdeta lainkaan sähkövirta ulkopuolelta. Miten tällainen moottori toimii? (3 p.)

4. Levykondensaattoria ladataan ja puretaan sinimuotoisesti muuttuvalla sähkövirralla. Tällöin havaitaan, että kondensaattori lähettää sähkömagneettista säteilyä. Selitä miksi. (6 p.)

5. LR-piirissä on käämi vastus ja tasajännitelähde. Kun jännitelähde irrotetaan piiristä kääntämällä kytkin S yläasentoon (kts. kuva), virta piirissä ei lakkaa heti vaan hiipuu nollaan.

(a) Miksi virta piirissä ei lakkaa heti, kun kytkintä käännetään? (3 p.)

(b) Tarkempi analyysi osoittaa, että virta hiipuu eksponentiaalisesti eli kuin $e^{-t/\tau}$. Selitä miksi. (3 p.)



6. Jännitelähde tuottaa sinimuotoista vaihtojännitettä. Lähteeseen on kytketty sähkölaite, jolla on resistanssia ja induktanssia.

- (a) Millä tavoin laitteen pätöteho riippuu jännitteen kulmataajuudesta? (3 p.)
- (b) Millä tavoin laitteen pätötehoa voidaan kasvattaa, kun jännitteen kulmataajuus ei muutu? (3 p.)