

PHYS-A5130 Elektromagnetism tentamen 21.2.2020

Skriv ditt studentnummer, ditt namn, kandidatprogram, kurskod och datumet för tenten på varje prov-papper.

Förutom skrivdon och räknare får HANDSKRIVNA anteckningar på vitt papper medtas till tentill-fället.

Tenten har 6 uppgifter á 6p. Du kan lösa så många uppgifter du vill, alla rättas, men poängräkningen slutar vid 30p.

1. En laddad sfär (radie R_1) har en total laddning $+4q$, homogent fördelad över dess volym. Sfären omges av ett sfäriskt skal av ett ledande material med inre radien R_2 ($R_2 > R_1$) och yttre radien R_3 . Skalet har en total laddning $-2q$.
 - (a) Härled ett uttryck för elfältet inne i sfären.
 - (b) Hur fördelas laddningen i skalet? Motivera.
 - (c) **Skissera** den elektriska potentialen som funktion av avståndet till sfärens mittpunkt mellan R_1 och R_3 .

2. I nedanstående krets är $\mathcal{E} = 12,0 \text{ V}$, $R_1 = 6,0 \Omega$, $R_2 = 3,0 \Omega$, $C = 4,0 \mu\text{F}$ och $L = 45 \text{ mH}$. Kondensatorn är oladdad. Brytaren S_1 sluts vid tidpunkten $t_1 = 0 \text{ s}$.

(a) Hur stor är strömmen genom brytaren S_1 direkt efter att den slutits? (1p)

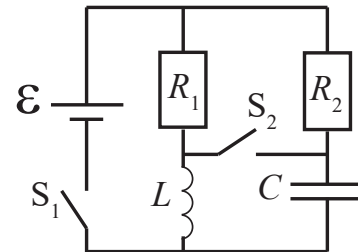
(b) Hur stor är strömmen genom brytaren S_1 en lång tid efter att brytaren slutits? (1p)

(c) Hur stor är kondensatorns laddning en lång tid efter att brytaren S_1 slutits? (1p)

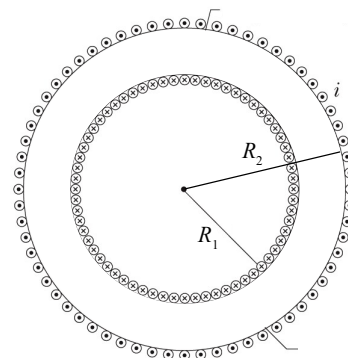
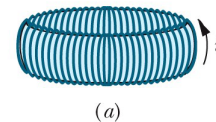
Brytaren S_1 öppnas vid tidpunkten t_2 ($t_2 \gg t_1$), samtidigt som brytaren S_2 sluts.

(d) Hur stor är strömmen genom motståndet R_1 efter tidpunkten t_2 ? (1p)

(e) Förklara kvalitativt men motiverat, hur laddningen på kondensatorn ändrar efter tidpunkten t_2 . (2p)



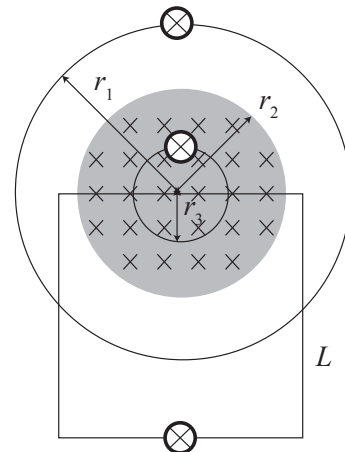
3. (a) En toroid fås då ändorna på solenoid med ett cirkulärt tvärsnitt, böjs ihop till en munkformad spole, se figuren. Använd dig av Amperes lag för att härleda uttrycket för magnetfältet, som funktion av avståndet till toroidens mittpunkt, inne i toroiden (mellan R_1 och R_2) då det går en ström i i toroiden.



$$B = \frac{\mu_0 i N}{2\pi r}$$

- (b) Strömmen i toroiden ökas i konstant takt. Rita en figur över ett ledningsvarv i toroiden från vilken strömmens riktning, samt magnetfältet och det inducerade elfältet framgår.

4. I figuren nedan är tre strömslingor, en kvadratisk ($L = 25$ cm) och två cirkulära ($r_1 = 21$ cm, $r_3 = 5,0$ cm), placerade i det homogena magnetfältet från en solenoid (spole), med radien $r_2 = 11$ cm. Strömslingorna är inte i kontakt med varandra, de två cirkulära slingorna är centrerade i solenoidens mittpunkt, den kvadratiske slingans ena sida går genom solenoidens mittpunkt. I varje strömslinga finns en glödlampa med resistansen 8Ω . Strömmen i solenoiden ökas så att styrkan i det homogena magnetfältet i solenoiden ökar enligt $B = bt$, där $b = 0,3 \cdot 10^{-3}$ T/s och t är tiden.



- (a) I vilken glödlampa är effektförbrukningen störst? Motivera. (2p)
 (b) I vilken riktning går den inducerade strömmen i den kvadratiske strömslingan? (1p)
 (c) Hur stor är effektförbrukningen i glödlampan i den cirkulära strömslingan med radien r_3 ? (3p)
5. En opolariserad elektromagnetisk våg går genom en polarisator. Efter polarisatorn ges vågens magnetfält av

$$\vec{B}(x, t) = (72,1 \mu\text{T}) \hat{k} \sin [(1,28 \cdot 10^4 \text{ rad/m})x - \omega t]$$

- (a) I vilken riktning rör sig vågen? (1p)
 (b) Hur var polarisatorns polarisationsaxel orienterad? (1p)
 (c) Hur stor är vågens våglängd λ ? (1p)
 (d) Skriv ner vågfunktionen för vågens elfält. (2p)
 (e) Hur stor var vågens medelintensitet innan den träffade polarisatorn? (1p)
6. I en seriekrets finns en växelspänningskälla, vars effektivvärde för spänningen är $V_{rms} = 240$ V och frekvens är $f = 50,0$ Hz, samt två okända komponenter. De två okända komponenterna kan vara vad som helt ur kombinationen *motstånd*, *spole* och *kondensator*. Med ett oscilloskop observerar man att strömmens topvärde är 5,6 A och att fasskillnaden mellan ström och spänning är 65° med strömmen efter spänningen. Vilka är kretsens två okända komponenter och hur stora är komponenternas karakteristiska värden?

Konstanter som kan behövas:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}, \epsilon_0 = 8,85419 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}, e = 1,6021773 \cdot 10^{-19} \text{ C},$$

$$m_e = 9,1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$