

Institutt for fysikk, NTNU

Faglig kontakt under eksamen:
Professor Johan S. Høy
Tlf. 93654

Kontinuasjonseksamen i fag SIF4012 Fysikk 2

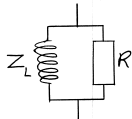
Onsdag 2. august 2000
Kl. 09.00 - 13.00

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator
Rottmann: Matematisk Formelsamling
Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

Oppgave 1

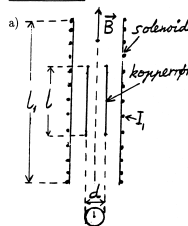
- a) Hva er impedansen Z og fasevinkelen α mellom spenning og strøm for henholdsvis en motstand $R = 8,0\Omega$, en induktans $L = 0,45\text{ mH}$ og en kapasitans $C = 240\text{ pF}$ når vekselstrømmen har frekvensen $f = \omega/2\pi = 3400\text{ Hz}$.

b)



En impedans (induktans) Z_L og en motstand R er koplet i parallell. Beregn resulterende impedans Z og dens fasevinkel α når $Z_L = X = 4,0\Omega$ med fasevinkel $\alpha_L = 90^\circ$ og $R = 3,0\Omega$. [Hint: Benytt enten viserdiagram eller komplekse tall for beregning.]

Oppgave 3



Et rør av kopper med lengde l og diameter $d \ll l$ ligger inne i en lang solenoide (spole) som vist på figuren. Begge er sylindrerformet med felles sylindrerakse. Strømstyrken I_1 i viklingene til solenoiden genererer et magnetfelt innenfor denne gitt ved

$$B = \mu_0 n I_1.$$

Her er μ_0 permeabiliteten for vakuum og n er tettheten av viklinger (antall viklinger pr. lengde-enhet).

Solenoiden har lengde $l_1 = 25\text{ cm}$ og antall viklinger er $N_1 = 300$. Hva blir gjensidig induktans M mellom solenoiden og røret når $l = 10\text{ cm}$ og $d = 10\text{ mm}$? Hva blir tilsvarende selvinduktansen L til røret? [Hint: Betrakt røret som en spole med $N = 1$ vinding.]

- b) En lang rett tråd av jern legges gjennom kopperrøret på langs (dvs. parallelt sylindreraksen). Tråden har sirkelformet tverrsnitt med diameter d_s ($< d$) og dens relative permeabilitet er μ_r . Hva blir nå gjensidig induktans M , og selvinduktansen L , uttrykt ved d_s , d , μ_r , M og L ?

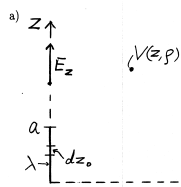
- c) I kopperrøret vil det være en ohmsk motstand mot strømmen som blir induisert. Hva blir denne motstanden R når røret er tynnvegget med tykkelse $b = 0,5\text{ mm}$ ($\ll d$) og resistiviteten til kopper er $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$?

- d) Bestem uttrykket for induisert elektromotorisk spenning $\mathcal{E}$ i røret (dvs. rundt omkretsen av røret) når strømmen i solenoiden er vekselstrøm $I_1 = I_0 \sin \omega t$ og røret er luftfylt. Hva er størrelsen E til det tilhørende induerte elektriske feltet i røret?

- e) Strømmen $I = I(t)$ rundt omkretsen av røret blir som i en vekselstrømskrets med motstand R og induktans L i serie der påtrykt spenning er $\mathcal{E} = \mathcal{E}(t)$. Sett opp differensiallikningen som knytter sammen I og $\mathcal{E}$ for denne kretsen.

Oppgitt: $\mathbf{B} = \mu_r \mu_0 \mathbf{H}$, $H_{1t} = H_{2t}$
 $\phi_{m2} = M I_1$, $\phi_m = L I$
 $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$

Oppgave 2



En tynn rett tråd av lengde a er plassert langs z -aksen med endepunktene i henholdsvis origo og punktet $z = a$ på som vist på figuren. Tråden har en linjeladningstetthet (ladning pr. lengdeenhet) λ , som er konstant langs tråden.

Hva er det elektriske potensialet (ledende bidrag forskjellig fra null) $V(z, \rho)$ for store avstander r ($\rightarrow \infty$) fra tråden? Her er ρ avstanden fra z -aksen, dvs. $\rho^2 = x^2 + y^2$ og $r^2 = z^2 + \rho^2$.

Hva er størrelsen til det elektriske feltet (ledende bidrag) E for store avstander r ($\rightarrow \infty$)?

- b) Den rette tråden med linjeladningstetthet λ gitt i punkt a) gir et elektrisk potensial som kan enten skrives på formen

$$V(z, \rho) = K \{ \ln[c_1 - z + (\rho^2 + (c_1 - z)^2)^{1/2}] - \ln[c_2 - z + (\rho^2 + (c_2 - z)^2)^{1/2}] \}$$

eller på formen

$$V(z, \rho) = K \{ -\ln[z - c_1 + (\rho^2 + (c_1 - z)^2)^{1/2}] + \ln[z - c_2 + (\rho^2 + (c_2 - z)^2)^{1/2}] \}$$

Vis dette ved å beregne $V(z, \rho)$ slik at en kommer fram til det ene av disse 2 uttrykkene (som gir samme svar), og bestem derved størrelsene K , c_1 og c_2 .

- c) Beregn z -komponenten E_z til det elektriske feltet på z -aksen (dvs. for $\rho = 0$) for potensialet gitt i punkt b) for $z > a$. [Hint: Velg det av de 2 uttrykkene for $V(z, \rho)$ som gjør at argumentet i $\ln[\]$ ikke blir lik 0 når $\rho = 0$.]

Oppgitt: $V(r) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$ (elektrisk potensial fra punktladning), $\mathbf{E} = -\nabla V$
 $\int \frac{du}{(c^2 + u^2)^{1/2}} = \ln[u + (c^2 + u^2)^{1/2}] = -\ln[-u + (c^2 + u^2)^{1/2}] + \ln c^2$