NTNU
Institutt for Fysikk og Institutt for Petroleumsteknologi og Anvendt Geofysikk

Faglige kontakter under eksamen:
For oppgave 1: Bård Tøtdal, tlf 73593594
For de andre oppgavene: Ole Bernt Lile, tlf 73594948

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG SIF4020 FYSIKK OG GEOFYSIKK
for studenter ved Geofag og Petroleumsteknologi
16. august 1999
Tid: 6 timer (kl 0900 – kl 1500)

Tillatte hjelpemidler:
Godkjent kalkulator, **med tomt minne**, i henhold til liste fra NTNU.
Knutsen: Formler og data i Fysikk.
Rottmann: Mathematische Formelsammlung.
Barnett & Cronin: Mathematical Formulae.
Jahren & Knutsen: Formelsamling i matematikk.

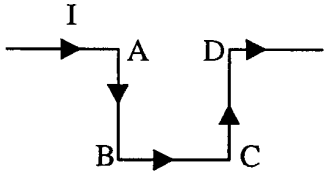
Oppgave 1

En lang solenoide har 220 viklinger pr cm og diameter 3,2 cm. I solenoidens sentrum er det plassert en tettpakket spole med 130 viklinger og diameter 2,1 cm. Spolen er orientert slik at dens akse sammenfaller med solenoidens akse. Solenoiden fører en strøm på 1,5 A.

a) Finn magnetfeltet i solenoidesenteret.

b) Strømmen i solenoiden skifter retning jevnt fra 1,5 A til –1,5 A i løpet av 50 ms. Hvor stor er den induserte spenningen i den sentrale spolen mens strømmen i solenoiden skifter?

c) En ramme ABCD kan føre strøm som vist i figuren, og er opplagret slik at den kan dreie seg om aksen AD. AB = BC = CD = L. Tettheten i rammen er $\lambda = 0{,}10$ kg/m.



Rammen henger i utgangspunktet vertikalt (AB og CD er vertikale, mens BC og AD er horisontale). Rammen befinner seg i et vertikalt magnetfelt B = 10 mT som er rettet oppover. En strøm I = 10 A sendes gjennom rammen som vist. Vi ser bort fra friksjon i opplagringen. Beregn den vinkelen rammen vil bli stående i i forhold til vertikalplanet.

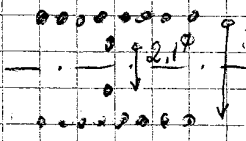
d) I en elektrisk krets er det i serie med spenningskilden koblet en motstand med resistans R = 160 Ω, en kondensator med kapasitans C = 0,4 μF og en spole med induktans L = 4 mH. Vi påtrykker kretsen en vekselspenning med amplitude $V_0 = 10$ V og frekvens f = 6 kHz.
Beregn impedansen Z og fasevinkelen φ.

e) Hva er strømmens amplitude? Hva uttrykker φ?

Oppgitt: Permeabiliteten for luft (vakuum) er $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m.

SIF4020
Kontinuasjonseksamen 1999

Oppgave 1.

a) 

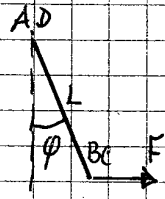
$$B = \mu_0 I n = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1{,}5 \cdot 220 \cdot 100 \text{ T} \qquad (100 \text{ cm/m}) \qquad = \underline{4{,}15 \cdot 10^{-2} \text{ T}}$$

b) $$A = \pi \cdot (d_2/2)^2 = \pi \left(\frac{2{,}1}{2}\right)^2 \text{cm}^2 = 3{,}46 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\Phi_B = BA = 4{,}15 \cdot 10^{-2} \cdot 3{,}46 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} = 14{,}4 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

$$\Delta\Phi_B = -2 \cdot \Phi_B$$

$$\mathcal{E} = -N \frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -130 \cdot \frac{2 \cdot (-14{,}4 \cdot 10^{-6})}{50 \cdot 10^{-3}} \text{ V} \qquad = \underline{75 \text{ mV}}$$

c) 

Magnetisk kraft har netto virkning bare på den horisontale delen av rammen

$$\vec{F} = I \vec{L} \times \vec{B} \qquad F = ILB$$

Moment om AD: $T_{magn} = ILB \cdot L\cos\varphi = IL^2 B\cos\varphi$

Moment pga gravitasjon: $T_{grav} = -\lambda L g \cdot L \sin\varphi - 2\lambda L g \cdot \frac{L}{2}\sin\varphi$

$$= -2\lambda L^2 g \sin\varphi$$

$$T_{magn} + T_{grav} = 0$$

$$IL^2 B\cos\varphi + (-2\lambda L^2 g \sin\varphi) = 0$$

$$\tan\varphi = \frac{IB}{2\lambda g} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0{,}1 \cdot 9{,}81} = 0{,}0510 \quad \Rightarrow \varphi = \underline{3^\circ}$$

d) Impedansen $Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2} = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

$$X_L = 2\pi \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \,\Omega = 151\,\Omega$$

$$X_C = \left(2 \cdot \pi \cdot 6 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-7}\right)^{-1} \Omega = 66{,}4\,\Omega \qquad R = 160\,\Omega$$

$$Z = \sqrt{160^2 + (151 - 66{,}4)^2}\,\Omega \qquad = \underline{181\,\Omega}$$

d) forts.

$$\tan\varphi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{151 - 66{,}4}{160} = 0.529 \Rightarrow \varphi = \underline{27{,}9°}$$

e) φ utbryter at spenningen ligger 27,9° foran strømmen i fase.

$$I_0 = \frac{V_0}{Z} = \frac{10\,V}{181\,\Omega} = \underline{0{,}055\,A}$$