

Institutt for fysikk, NTNU

Faglig kontakt under eksamen:

Professor Johan S. Høye

Tlf. 93654

Sensurfrist: 30. august.

Kontinuasjoneksamen i fag SIF4008 Fysikk

Fredag 9. august 2002

Kl. 09.00 - 14.00

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator

Rottmann: Matematisk Formelsamling

Rottmann: Mathematische Formelsammlung

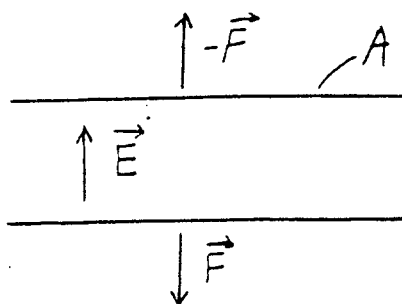
Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

O. Jähren og K. J. Knutsen: Formelsamling i matematikk

Oppgave 1

a) Utled uttrykket $C = \epsilon_0 A/d$ for kapasitansen til en luftfylt kondensator (kapasitans) bestående av plane parallelle plater som hver har areal A mens avstanden mellom dem (som anses liten) er lik d . ϵ_0 er permittiviteten til vakuum.

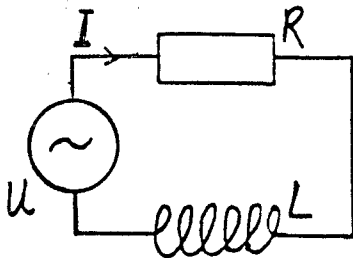
b)



Transparenter av plast som gnis mot papir blir ladet med elektrisitet og trekkes mot papiret. Ved en viss opplading vil en slik transparent med areal $A = 6,2 \text{ dm}^2$ trekkes mot papiret med en kraft lik sin vekt $F = 0,11 \text{ N}$ (som tilsvarer en masse av ca 11g) slik at den kan henge fast på undersiden av papiret når dette løftes. Hva blir (numerisk) størrelsen på den elektriske feltstyrken E mellom transparent og papir når de trekkes (separeres) fra hverandre ved denne oppladingen? [Hint: Be-

trakt transparent og papir som platene i en kondensator med motsatte ladninger Q og $-Q$ som er jevnt fordelt utover, og se på kraften på den ene platen på grunn av feltet fra den andre.]

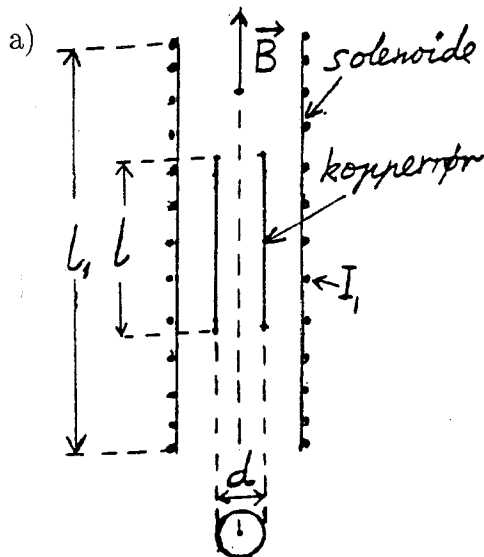
$$\text{Oppgitt: } \sigma = \epsilon_0 E, \quad C = Q/V, \quad \epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$$

Oppgave 2

Gitt en vekselstrømkrets som vist på figuren. Ved frekvensen $f = \omega/2\pi = 50 \text{ Hz}$ har strømmen amplituden $I = 10 \text{ A}$ og spenningen har amplituden $U = 300 \text{ V}$. Faseforskyvningen mellom dem er 70° . Hvor stor effekt (energi pr. tidsenhet) tilføres kretsen i middel?

Bestem motstanden R og induktansen L .
[Hint: Benytt enten viserdiagram eller komplekse tall for beregning.]

Oppgitt: $P = I_e U_e \cos \phi$ ($I_e = I/\sqrt{2}$).

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 sylindreakse. 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 $l_1 = 25$ cm og antall viklinger er $N_1 = 300$. Hva blir gjensidig induktans M mellom solenoiden og røret når $l = 10$ cm

og $d = 10$ mm? Hva blir tilsvarende selvinduktansen L til røret? [Hint: Betrakt røret som en spole med $N = 1$ vinding.]

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

c) Bestem uttrykket for indusert elektromotorisk spenning \mathcal{E} i røret (dvs. rundt omkretsen av røret) når strømmen i solenoiden er vekselstrøm $I_1 = I_{10} \sin \omega t$ og røret er luftfylt. Hva er størrelsen E til det tilhørende induserte elektriske feltet i røret?

d) Strømmen $I = I(t)$ rundt omkretsen av røret blir som i en vekselstrømkrets 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.

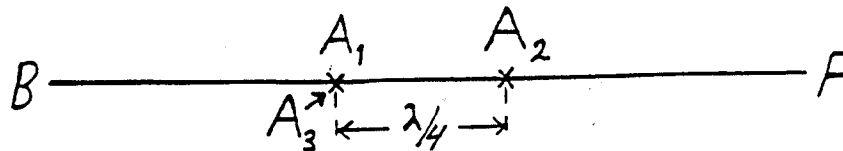
Oppgitt: $\phi_{m2} = M I_1$, $\phi_m = L I$

$$\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}, \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Oppgave 4

a) Et diffraksjonsgitter har 700 linjer pr. mm. Bestem avbøyningsvinklene θ for bølglengden 632 nm når lyset blir sendt normalt inn mot gitterplanet.

b)



To lydkilder A_1 og A_2 sender ut en tone med samme frekvens. De er plassert som vist på figuren i en avstand fra hverandre som er lik en kvart bølglengde $\lambda/4$. De to kildene er faseforskøvet en vinkel ϕ i forhold til hverandre. Hva er denne vinkelen ϕ når maksimal intensitet oppnås i foroverretningen F. (Samtidig blir intensiteten i bakoverretningen minimal.)

Lydkilden A_1 alene gir intensiteten $I_1 = I_0$ mens A_2 gir intensiteten $I_2 = 2I_0$. Hva blir uttrykt ved I_0 den maksimale intensiteten I_M og den minimale intensiteten I_m når de to kildene interfererer. (Her og nedenfor antas at den enkelte kilde gir samme lydintensitet både forover og bakover for en gitt avstand L som antas stor i forhold til avstanden $\lambda/4$ mellom de to kildene.)

På samme sted som lydkilden A_1 blir det nå i tillegg plassert en lydkilde A_3 som alene gir intensiteten $I_3 = 3I_0$. Lydkilden A_3 svinger i fase med A_1 (dvs fasevinkelen er null). Hva blir nå intensiteten I_F i foroverretningen F og intensiteten I_B i bakoverretningen B?

c) To stemmegaffer som ikke stemmer overens, gir en svevefrekvens (frekvensforskjell) $\Delta f = 4,0$ Hz når de svinger samtidig. Deres midlere frekvens er $f = 262$ Hz. Dersom de 2 stemmegafflene plasseres et stykke fra hverandre, kan denne svevingen oppheves ved at vedkommende som lytter til disse, løper fra den ene stemmegaffen til den andre. Hvor fort må vedkommende løpe for at svevingen skal oppheves? Lydhastigheten antas å være $c = 345$ m/s.

Oppgitt: $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \phi, \quad d \sin \theta = n\lambda.$
 $\Delta f = f_1 - f_2, \quad f_L = f_S \frac{c + v_L}{c + v_S}$ (dopplereffekten).