

Institutt for fysikk, NTNU

Faglig kontakt under eksamen:

Professor Johan S. Høye

Tlf. 93654

Sensurfrist: 3. juni.

Eksamen i fag TFY4135 Fysikk

Torsdag 13. mai 2004

Kl. 09.00 - 13.00

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator

Rottmann: Matematisk Formelsamling

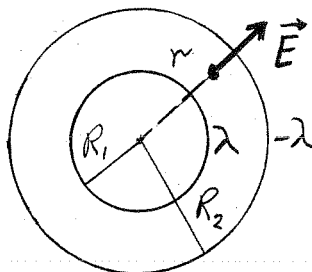
Rottmann: Mathematische Formelsammlung

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

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

Oppgave 1

a)



To konsentriske sylindre med radier R_1 og R_2 , som vist på figuren, har elektrisk ladning pr. lengdeenhet som er henholdsvis λ og $-\lambda$. Ladningene er jevnt fordelt på de to sylinderflatene, og det antas at sylindrene har en lengde $L \gg R_2$ ($L \rightarrow \infty$). Størrelsen på det elektriske feltet mellom sylindrene i avstand r fra sentrum er da gitt ved et uttrykk av formen

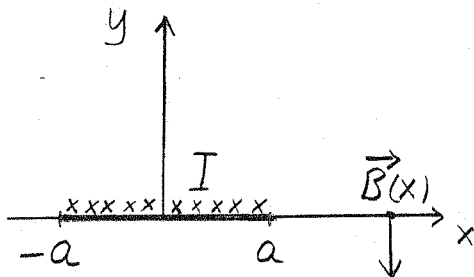
$$E = E(r) = \frac{K}{r}$$

Benytt Gauss lov til å vise dette og bestem derved koeffisienten K uttrykt ved de gitte størrelsene og permittiviteten ϵ_0 .

Hva er det elektriske potensialet $V = V(r)$ mellom sylindrene når en setter $V(R_2) = 0$?

b) Benytt Ampères lov til å bestemme det magnetiske feltet $\mathbf{B} = \mathbf{B}(r)$ rundt en uendelig lang rett og trådformet leder som fører strømmen I .

c)

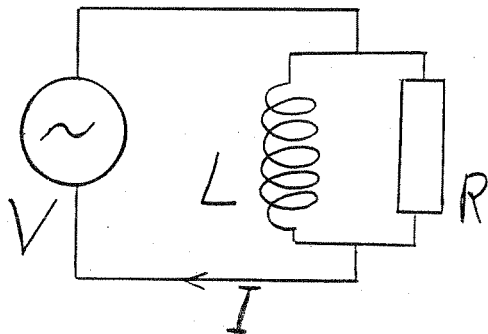


Ved å legge trådformede rette ledere ved siden av hverandre vil det dannes et strømførende bånd. Dette båndet av bredde $2a$ legges på x -aksen med midtlinjen gjennom origo og normalt på x -aksen, som vist på figuren. Båndet fører den elektriske strømstyrken I normalt på og rettet inn i papirplanet. Strømmen I er jevnt fordelt over bredden $2a$. Benytt resultatet fra punkt b) til å beregne magnetfeltet $\mathbf{B} = \mathbf{B}(x)$ på x -aksen (for $x > a$).

Oppgitt: $\oint \mathbf{E} d\mathbf{A} = \frac{q_i}{\epsilon_0}$ (Gauss lov), $V = -\int \mathbf{E} d\mathbf{l}$
 $\oint \mathbf{B} d\mathbf{l} = \mu_0 I$ (Ampères lov)

Oppgave 2

a)



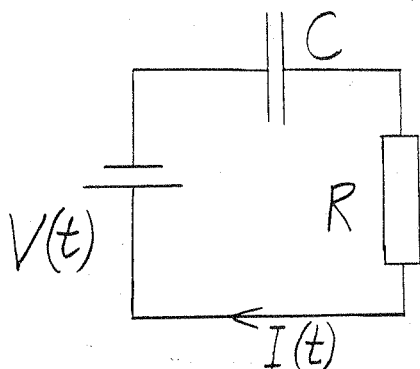
Kretsen på figuren med en induktans L og en motstand R representerer en vekselstrømkrets. Beregn forholdet

$$F = I/V$$

(eller $F = |I/V|$) mellom (amplitudene til) strøm og spenning som funksjon av vinkelfrekvensen ω . [Hint: Benytt enten viserdia-

gram eller komplekse tall for beregning.]

b)



RC-kretsen på figuren blir påsatt spenningen

$$V(t) = V_0 e^{-\sigma t} \quad (t > 0).$$

Her er t tiden mens V_0 og σ er gitte konstanter. Med denne spenningen blir ladningen på kapasitansen et uttrykk av formen

$$Q = Q(t) = K e^{-\alpha t} + A e^{-\sigma t}.$$

Vis dette ved å sette inn i differensiallikningen for Q , og bestem størrelsene K , A og α når begynnelsesverdien $Q(0) = 0$, og motstanden R og kapasitansen C er gitte størrelser ($\alpha \neq \sigma$).

Oppgave 3

a) Et diffraksjonsgitter har 500 linjer pr. mm. Bestem avbøyningsvinklene θ for bølglengden 632 nm når lyset blir sendt normalt inn mot gitterplanet.

b) Bestem lydshastigheten i He (helium) ved temperaturen 20°C når adiabatkonstanten $\gamma = 5/3$ og atomvekten er 4,00 i atomære enheter. Gasskonstanten $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$. (Atom- og molekylvekt angir antall gram i et mol.)

Anta at grunntonen fra en orgelpipe (eller fløyte) har frekvensen $f_0 = 262 \text{ Hz}$ i luft som har molekylvekten 29 i atomære enheter mens $\gamma = 1,40$. Hva blir frekvensen på grunntonen fra denne orgelpipen dersom luften erstattes med rent He ved samme temperatur?

c) To høyttalere A og B sender hver ut en tone med samme frekvens og samme lydintensitet. De to lydbølgene vil interferere konstruktivt når begge høyttalerne står like langt fra mottakeren, og dette gir den maksimale lydintensiteten I_M . Når den ene høyttaleren flyttes et stykke $L = 0,70 \text{ m}$ nærmere mottakeren synker lydintensiteten til $I = I_M/4$ (uten å passere noe minimum). Anta at lengden L er liten i forhold til avstanden til mottakeren. Hva er bølgelengden til den utsendte tonen?

Oppgitt: $I = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos \delta$, $d \sin \theta = n\lambda$, $\delta = 2\pi \Delta l/\lambda$,

$$c = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}. \quad \text{Det absolutte nullpunkt for temperaturskalaen er } -273^\circ\text{C}.$$