

UNIVERSITETET I TRONDHEIM
NORGES TEKNISKE HØGSKOLE
INSTITUTT FOR FYSIKK

Faglig kontakt under eksamen:
Prof. J.S. Høye
Tlf. 3654

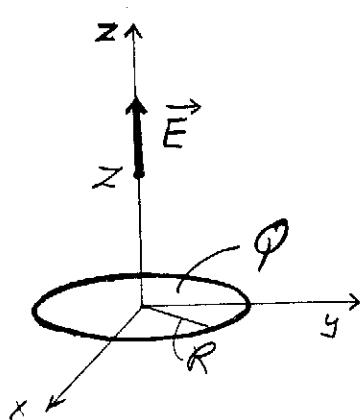
EKSAMEN I FAG 74135 FYSIKK

Tirsdag 17.august 1993
kl.0900 - 1500.

Tillatte hjelpeemidler: Godkjent lommekalkulator
 K.J.Knutsen: Formler og data i fysikk
 O.H.Jahren og K.J.Knutsen: Formelsamling i matematikk
 Barnett og Cronin: Mathematical Formulae.

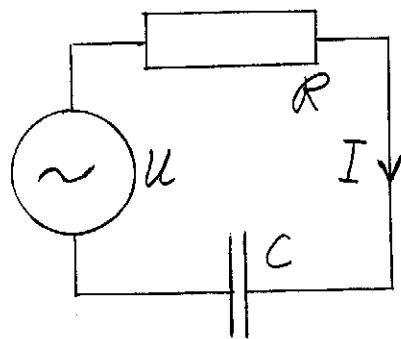
Oppgave 1

a)



Ladningen Q er jevnt fordelt utover en sirkelskive med radius R . Skiven ligger i xy-planet med origo i sentrum av skiva. Beregn den elektriske feltstyrken $\vec{E} = \vec{E}(z)$ på z-aksen. [Hint: innfør sylinderkoordinater ϕ og r .]

b)



Gitt en vekselstrømkrets som vist på figuren. Ved frekvensen $f = \omega/2\pi = 50$ Hz har strømmen amplituden $I = 15$ A og spenningen $U = 300$ V. Faseforskyvningen mellom dem er $\phi = 50^\circ$. Hvor stor effekt (energi pr.

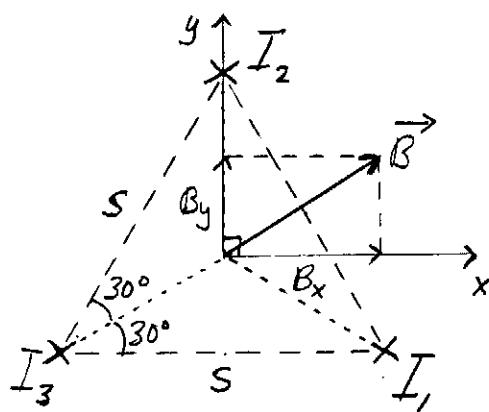
tidsenhet) tilføres kretsen i middel? Bestem motstanden R og kapasitansen C .

Oppgave 2

- a) En elektrisk kabel består av en leder som kan betraktes som en uendelig lang massiv sylinder med radius R . Benytt Amperes lov til å beregne magnetfeltet $\vec{B} = \vec{B}(r)$ både innenfor ($r < R$) og utenfor ($r > R$) denne lederen når strømstyrken er lik I .

Oppgitt: Amperes lov: $\int \vec{B} d\vec{l} = \mu_0 I$.

b)



Tre parallelle strømledere, som ligger på hjørnene til en likesidet trekant som vist på figuren, fører 3-fase vekselstrøm. Trekanten har sidekanter av lengde s . Positiv strømretning er rettet inn i papirplanet og vertikalt på dette. Strømstyrkene er gitt ved

$$I_i = I_0 \cos(\omega t + \phi_i)$$

der fasevinklene i radianer er

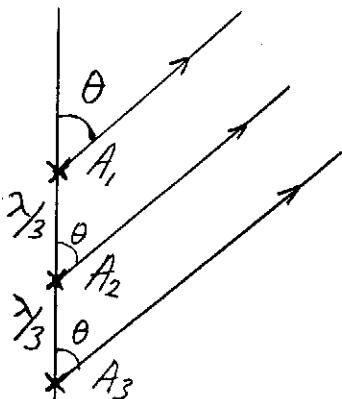
$$\phi_1 = 2\pi/3, \phi_2 = 0 \text{ og } \phi_3 = -2\pi/3.$$

Bestem x- og y-komponentene av den magnetiske fluksstettheten \vec{B} som funksjon av tiden t i trekantens tyngdepunkt (midtpunkt) som angitt på figuren.

Oppgave 3

- a) En glassoverflate med brytningsindeks $n=1,5$ skal antirefleks-behandles for lys med frekvens $5,5 \cdot 10^{14}$ Hz. Til belegg velges et materiale med brytningsindeks $n_1 = 1,3$. Hvor tykt blir belegget?

b)



Tre lydkilder A_1 , A_2 og A_3

sender hver ut en tone med samme frekvens og intensitet.
Kildene er plassert på en rett linje med en avstand fra hverandre som er en tredjedels bølgelengde $\lambda/3$, som vist på figuren. Videre er kildene A_1 og A_3 forskøvet en fasevinkel $\phi = 2\pi/3$ henholdsvis etter og før kilden A_2 .

I en avstand som er stor i forhold til avstanden mellom lydkildene vil lyden fra de 3 kildene interferere ved at de 3 utsvingene $\text{Acos}(\omega t - \delta)$, $\text{Acos} \omega t$ og $\text{Acos}(\omega t + \delta)$ adderes. Hva blir intensiteten som funksjon av δ når den enkelte kilde alene gir intensiteten I_0 ?

Hva blir den resulterende fasevinkelen δ som funksjon av θ når ϕ er som gitt ovenfor?

- c) I avstanden 10 m fra en lydkilde er lydintensitetsnivået 90 dB (decibel).

Hvor stor lydeffekt sender lydkilden ut når energien sendes ut jevnt fordelt i alle retninger?

I hvilken avstand er lydintensitetsnivået 75 dB?

Oppgave 4

- a) Ifølge kvanteteorien kan det knyttes en bølgelengde λ til partikler (De Broglie bølgelengde). Hva er denne De Broglie bølgelengden λ for nøytroner med kinetisk energi $E = 0,25 \text{ eV}$?
- b) Ved overgang mellom rotasjonsnivåene med kvantetallene $\ell=p$ og $\ell=p-1$ og mellom nivåene med $\ell=p-1$ og $\ell=p-2$ i H_2 molekylet sendes ut fotoner med bølgelengder henholdsvis $\lambda_p = 20,55 \mu\text{m}$ og $\lambda_{p-1} = 27,4 \mu\text{m}$. Bestem ut fra dette kvantetallet p og treghetsmomentet I til H_2 .
- Oppgitt: $E_\ell = \frac{\hbar^2}{2I} \ell(\ell+1)$.
- c) Forklar kort hvorfor en enkel pn-overgang virker som en diode (dvs. likeretter strømmer). (En pn-overgang består av en p-type halvleder (ledning ved hull) og en n-type halvleder (ledning ved elektroner).)