

Institutt for fysikk, NTNU

Fagleg kontakt under eksamen:

Professor Kristian Fossheim

Tlf. 93638

KONTINUASJONSEKSAMEN I FAG 74136 – FYSIKK

Fakultet for marin teknikk

20.august 1997

kl.0900 – 1300

Tillatne hjelpebidalar:

Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Barnett and Cronin: Mathematical Formulae.

Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk.

Knutsen: Formler og data i fysikk.

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

Godkjend kalkulator.

Oppgåve 1

- a) Vis at det elektriske feltet i eit punkt  $P$  i avstand  $r$  frå ei isolert ladning  $q$  er

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

Skisser feltet frå ladninga, og ekvipotensialflater til dette.

- b) I figur 1.1 vedlagd på eige ark er skissert feltslinjer frå to like ladningar (a), og frå to like store men motsette ladningar (b). Teikn inn ekvipotensialflater for kvart tilfelle.

- c) Finn uttrykk for det totale elektriske potensialet i punktet  $P$  frå dei to ladningane i dipolen  $\vec{p} = 2aq\hat{j}$  i figur 1.2. Finn uttrykk for feltkomponentane  $E_x, E_y, E_z$ .

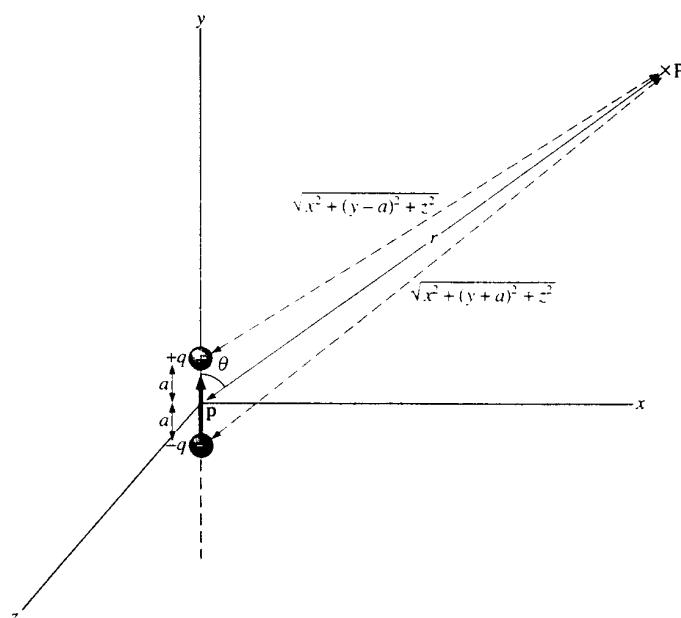


Fig. 1.2

- d) Vi plasserer dipolen i eit inhomogent elektrisk felt som vist i figuren 1.3 nedanfor

Anta at dei to ladningane har fast avstand  $\Delta y$ . Skriv opp total kraft  $F$  på dei to ladningane med den symbolbruk som er gitt i figuren ovanfor.

Vis at når  $\Delta y$  er ein liten avstand, blir  $F = p \frac{dE(y)}{dy}$ .

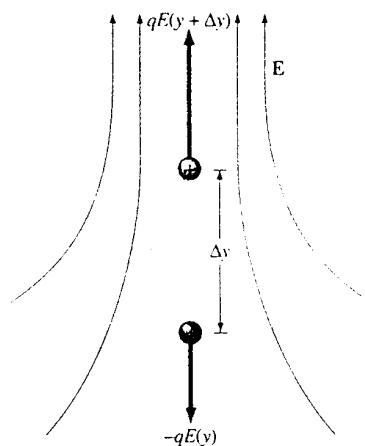


Fig.1.3

Finn uttrykk for krafta  $F$  når  $E(y) = C \cdot y$  der  $C$  er ein konstant.

Kva blir krafta  $F$  i eit homogent elektrisk felt?

Forklar kvifor  $H_2O$  blir oppvarma av eit hurtig varierande elektromagnetisk felt, til dømes i mikrobølgjeovn, sjølv om feltet er tilnærma homogent.

### Oppgåve 2

- a) Skriv opp Ampères lov, og teikn ei enkel skisse som illustrerer den.  
Ein tråd med sirkulært tverrsnitt fører ein straum  $I_0$ .  
Straumen er jamnt fordelt over heile tverrsnittet med radius  $a$ .  
Finn uttrykk for magnetfeltet  $B(r)$  som funksjon av avstand  $r$  frå aksen både inne i leiaren ( $r \leq a$ ), og utanfor ( $r \geq a$ ).
- b) Finn uttrykk for magnetfeltet  $B(r)$  for ein innhol tråd med indre diameter  $a_1$  og ytre diameter  $a_2$  som fører ein total straum  $I_0$  for tilfella i)  $r \leq a_1$ , ii)  $a_1 \leq r \leq a_2$ , iii)  $r \geq a_2$ .
- c) La straumen  $I_0 = 10A$ ;  $a_1 = 1mm$ ;  $a_2 = 3mm$ . Skisser  $B(r)$ .

- d) Vis ved bruk av symbola gitt i figur 2.1 at  $\vec{B}$ -feltet på aksen til ei enkel straumsløyfe er  $\vec{B} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(y^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \cdot \hat{j}$ . Kva blir uttrykket for  $\vec{B}$  i punktet O ?

Kva blir feltet i sentrum av sløyfa når  $R = 1\text{ cm}$ ,  $I = 10\text{ A}$  ?

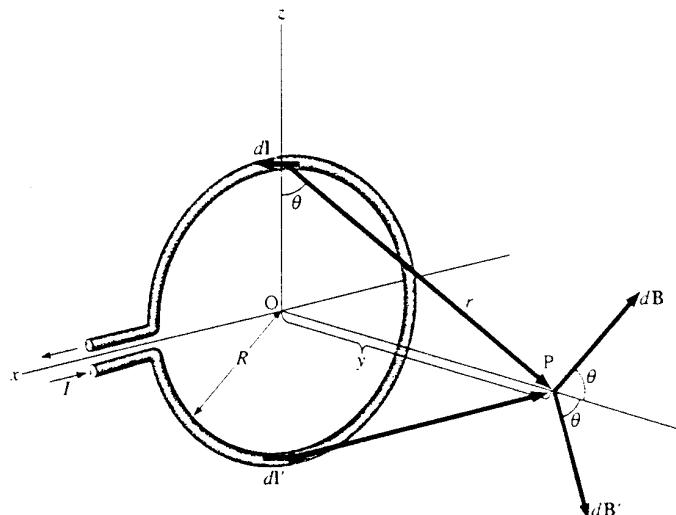


Fig. 2.1

### Oppgåve 3

- a) Vi studerer faseforholda i 3 ulike kretsar som vist i fig. 3.1

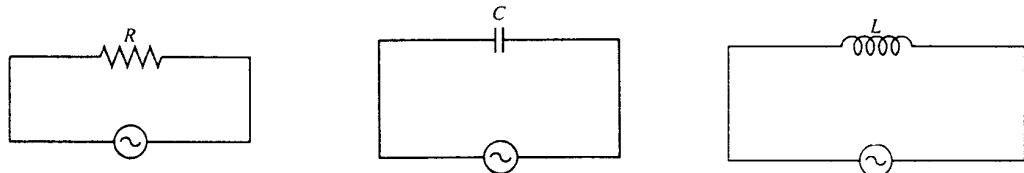


Fig. 3.1.

i)

ii)

iii)

I alle 3 tilfella antar vi at  $i(t) = I \cos \omega t$ . Finn uttrykk for  $v_R(t)$ ,  $v_C(t)$  og  $v_L(t)$ , og skisser  $i(t)$  og  $v(t)$  for kvart tilfelle.

- b) Teikn visardiagram for  $V$  og  $I$  i quart av dei 3 tilfella ovanfor, og påvis at dei to framstillingsmåtane i spørsmål a) og b) samsvarar.
- c) Definer reaktansane  $X_C$  og  $X_L$  og finn uttrykk for desse i tilfelle ii) og iii). Skisser i eitt diagram korleis  $R$ ,  $X_C$  og  $X_L$  varierer med frekvensen.
- Diskuter grensetilfella  $\omega \rightarrow 0$  og  $\omega \rightarrow \infty$ .

d) Figur 3.2 viser ei L-R-C vekselstraumskopling.

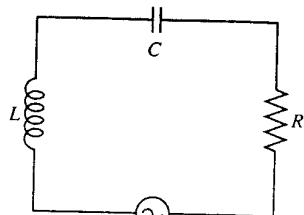


Fig.3.2

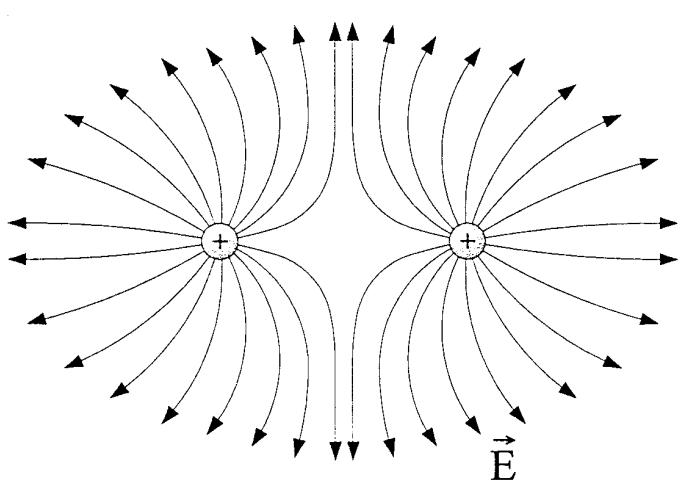
Teikn opp visardiagram for kretsen og påvis spesielt fasevinkelen  $\phi$  mellom I og V for tilfella

$$X_L > X_C \text{ og } X_L < X_C .$$

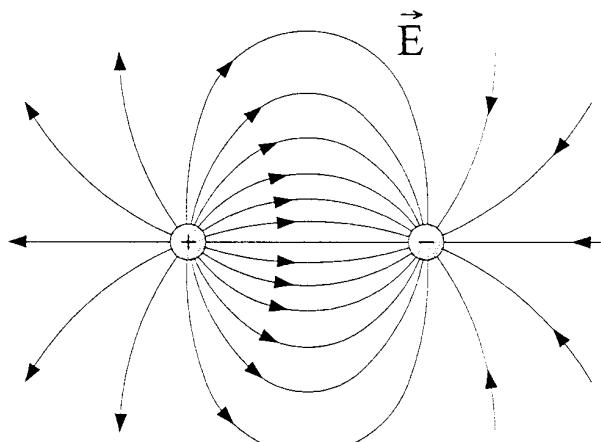
- Vis at  $\tan \phi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R}$ .

Stud.nr. ....

Fag nr. ....



(a)



(b)

Vedlegg til eksamensoppgåve i fag 74135 og 74136.  
Kontinuasjonseksemene 20.08.1997.

$$\text{Potensial fra isolert ladning: } V_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r}$$

$$\text{Elektrisk felt: } E = -\vec{\nabla}V = -\frac{\partial V}{\partial x}\hat{i} - \frac{\partial V}{\partial y}\hat{j} - \frac{\partial V}{\partial z}\hat{k}$$

$$\text{Biot-Savarts lov: } d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Id\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\text{Ampères lov: } \oint d\vec{l} \cdot \vec{B} = \mu_0 I$$

$$\sin(\alpha \pm \delta) = \sin \alpha \cos \delta \pm \cos \alpha \sin \delta$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}$$

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$$

$$c = 2.9979 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

$$h = 6.62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}.$$