

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1120 og FYS1120L Elektromagnetisme

Eksamensdag: 2. desember 2015.

Tid for eksamen: 14:30 (4 timer)

Oppgavesettet er på 3 sider

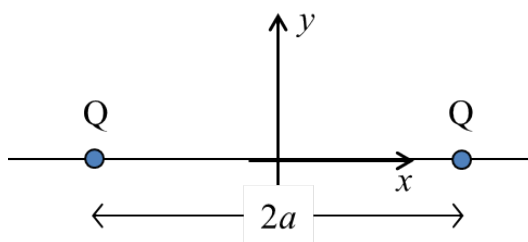
Vedlegg: se side 3

Tillatte hjelpemidler: Angell/Øgrim og Lian: Fysiske størrelser og enheter  
Rottmann: Matematisk formelsamling  
Elektronisk kalkulator av godkjent type

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

### Oppgave 1

To positive elektriske ladninger,  $Q$ , er fast plassert i papirplanet med avstand  $2a$ , som vist under.



- a) Lag figur som viser bilde av de elektriske feltlinjene i papirplanet. Hvor er feltet lik null?
- b) Vis at det elektriske feltet langs  $y$ -aksen (midt mellom ladningene) er gitt ved

$$E = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \frac{y}{(y^2 + a^2)^{3/2}} .$$

Hva blir  $E(y)$  når  $y \gg a$  ? Kommenter uttrykket.

- c) Finn uttrykk for potensialet,  $V$ , langs  $y$ -aksen når vi setter  $V = 0$  i  $y = \infty$  .
- d) En ny punktladning,  $q > 0$ , beveges nedover  $y$ -aksen fra  $y = \infty$  til  $y = 0$ . Finn arbeidet som kreves.

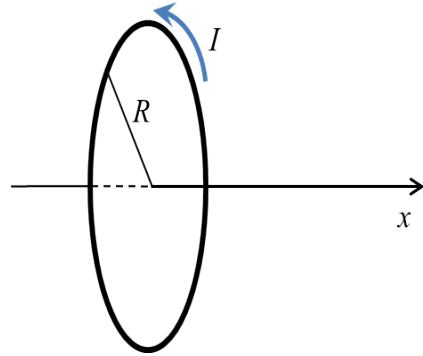
## Oppgave 2

Biot-Savart's lov kan skrives

$$d\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\mathbf{l} \times \hat{\mathbf{r}}}{r^2} .$$

- a) Forklar presist betydningen av alle symbolene som inngår i likningen over.

En sirkulær ledning har radius  $R$  og fører en strøm  $I$ , se figuren der  $x$ -aksen står normalt på sirkelplanet og går gjennom senteret.



- b) Hva er retningen til  $B$ -feltet på  $x$ -aksen? Finn bidraget til det totale feltet på aksen fra en liten lengde,  $dl$ , av ledningen.

- c) Vis at totalfeltets størrelse på  $x$ -aksen er gitt ved, 
$$B = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{R^2}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

- d) Nå plasseres 2 slike strømviklinger på  $x$ -aksen med en avstand  $2R$  mellom dem. Hvor stort er feltet på  $x$ -aksen i punktet midt mellom viklingene når  $I = 10$  A og  $R = 4$  cm?

## Oppgave 3

En metallkule med radius  $R$  har netto ladning,  $Q$ , der  $Q > 0$ .

- a) Bruk Gauss' lov til å finne et uttrykk for  $E$ -feltet utenfor kula.

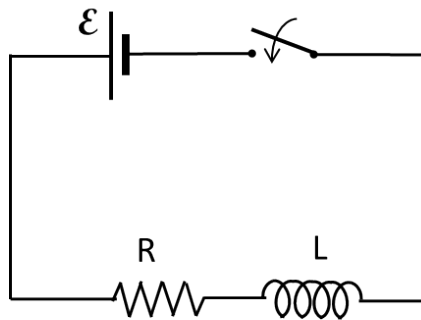
Et tynt kuleskall, også laget av metall og med radius  $R' > R$ , plasseres rundt kula. Begge har felles senter, og i rommet mellom dem er det vakum. Kuleskallet tilføres ladningen  $-Q$ .

- b) Vis at kapasitansen for denne kule-kondensatoren er gitt ved,

$$C = 4\pi\epsilon_0 \frac{R R'}{R' - R} .$$

- c) La nå  $R' \rightarrow \infty$ . Hva blir uttrykket for kapasitansen? Jorda kan betraktes som en ledende kule, og har radius 6380 km. Beregn kapasitansen.

### Oppgave 4



Figuren viser en krets der bryteren lukkes ved tiden  $t = 0$ . Her er  $R = 2 \text{ k}\Omega$ ,  $L = 5 \text{ mH}$ , mens batteriet har en elektromotorisk spenning på  $12 \text{ V}$ , og indre resistans  $10 \Omega$ .

- a) Sett opp en likning som spenningsfallene i kretsen må tilfredsstille.  
Hvor stor er strømmen i kretsen rett etter  $t = 0$ , og etter svært lang tid.
- b) Vis at for  $t > 0$  kan strømmen uttrykkes på formen  $I(t) = I_0 [1 - \exp(-t/\tau)]$ .  
Hvor stor er  $I_0$  og tidskonstanten?

#### VEDLEGG:

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

$$\mu_0 = 1.257 \times 10^{-6} \text{ H/m}$$