

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

**Eksamen i: FYS1120 Elektromagnetisme**

**Eksamensdag: 3. desember 2014.**

**Tid for eksamen: 14:30 (4 timer)**

**Oppgavesettet er på 3 sider**

**Vedlegg:** Liste med likninger (3 sider)

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

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

### Oppgave 1

En uendelig lang og tynn stang har konstant positiv ladning per lengde,  $\lambda$ .

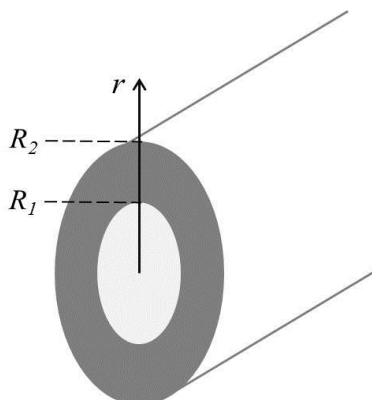
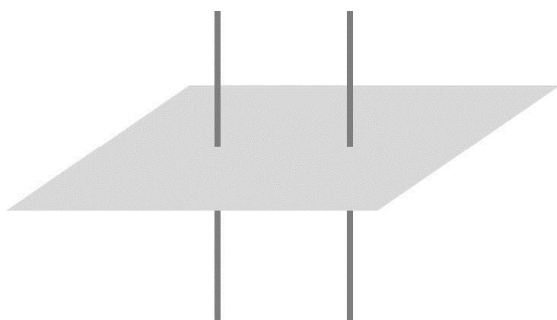
- (a) Bruk Gauss' lov til å vise at det elektriske feltet i avstand  $r$  fra stanga er  $E = \lambda/2\pi\epsilon_0 r$ .  
Beskriv retningen på feltet.
- (b) Finn et uttrykk for spenningen (forskjellen i potensial) mellom to punkter i ulik avstand  $r_A$  og  $r_B > r_A$  fra stanga.  
Regn ut spenningen når  $r_A = 0.5$  m,  $r_B = 0.6$  m og  $\lambda = 17$  nC/m.

### Oppgave 2

- (a) Betrakt en prosess der en parallell-plate kondensator med vakum mellom platene lades opp ved å flytte ladninger (elektroner) fra den ene platen til den andre.  
Vis at arbeidet utført ved å flytte en total ladning  $Q$  er  $W = Q^2/2C$ , der  $C$  er kapasitansen.
- (b) Vis at energitettheten i det elektriske feltet,  $E$ , mellom platene er  $u = \epsilon_0 E^2/2$ .  
Regn ut energitettheten i  $E$ -feltet ved lynnedslag, der typisk  $E = 3$  MV/m.
- (c) I nærheten av sterke permanent-magneter kan man ha magnetfelt på 1 T.  
Hvor stor er energitettheten der?  
Gir svaret grunn til ikke å holde sterke magneter i hånden?

### Oppgave 3

Figuren under til venstre viser to parallelle vertikale strømførende ledninger. Anta at ledningene er mye lenger enn avstanden mellom dem.

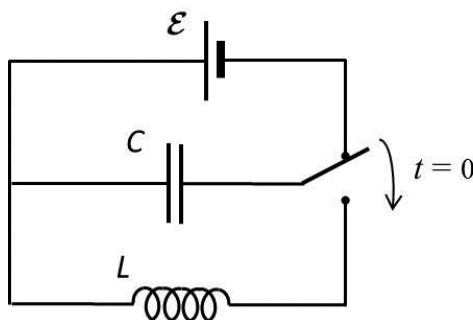


- (a) Tegn figur som viser magnetfelt-linjene i horisontalplanet når de to strømmene er like store og har motsatt retning
- (b) Beregn kraften mellom ledningene per lengde når avstanden er 1 cm og strømmen er 3 A. Angi retningen på kraften.

Figuren over til høyre viser et metallrør med indre og ytre radius  $R_1$  og  $R_2$ . Røret leder en total strøm  $I$ , som vi antar er uniformt fordelt over lederens tverrsnitt.

- (c) Bruk Ampere's lov til å finne uttrykk for magnetfeltet utenfor røret, og i hulrommet inni.
- (d) Vis at inne i metallet er magnetfeltet gitt ved  $B = \mu_0 I \frac{r^2 - R_1^2}{2\pi r (R_2^2 - R_1^2)}$ .

### Oppgave 4



Betrakt kretsen vist på figuren over. Kondensatoren, som har kapasitans  $C = 5$  nF, er først tilkopleet batteriet som gir en konstant spenning på 12 V. Ved tiden  $t = 0$  bytter bryteren posisjon.

- (a) Hvor stor ladning har kondensatoren før bryteren bytter posisjon, og hvor mye energi er da lagret i kondensatoren?

- (b) Anta at spolen har null resistans. Hva må induktansen i spolen være for at strømmen skal oscillere med vinkelfrekvens  $\omega = 100 \pi \text{ s}^{-1}$  ?  
Finn uttrykk for strømmen i kretsen for  $t \geq 0$ .

Ta nå hensyn til at spolen er laget av en 10 m lang koppertråd med tverrsnitt  $0.5 \text{ mm}^2$ . Kopper har resistivitet  $\rho = 1.72 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ .

- (c) Finn spolens resistans.  
Sett opp differensial-likningen som nå beskriver strømmen i kretsen for  $t \geq 0$ .  
Lag en skisse av strømmens tidsforløp.