

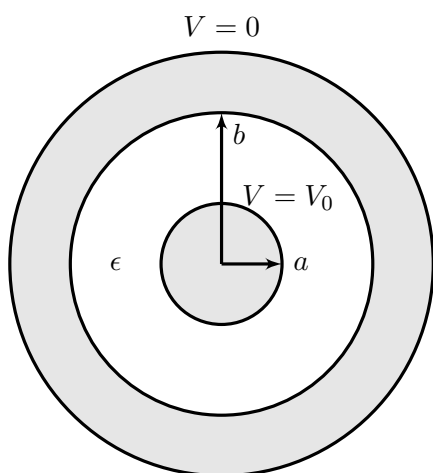


## FYS1120 Elektromagnetisme

### Ukesoppgave 4

#### Oppgave 1

En koaksialkabel består av en innerleder med radius  $a$  og en ytterleder med en indre radius  $b$  (se figuren under). Mellom lederne befinner det seg et dielektrisk medium med permittivitet  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0$ . Innerlederen har potensial  $V_0$  mens ytterlederen er jordet (potensial lik null).



Tverrsnittet til en koaksialkabel.

- a) Finn  $\mathbf{E}$ -feltet mellom lederne og kapasitansen per lengdeenhet  $C'$  ved hjelp av
- Gauss' lov på integralform,
  - Gauss' lov på differensialform,
  - Poissons (Laplace') ligning. Her skal du finne  $V(r)$  først, og bruke potensialet til å finne  $\mathbf{E}$ -feltet og  $C'$ .

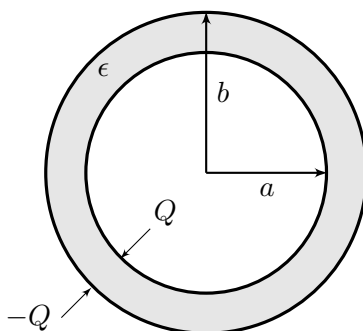
*Tips:* Uttrykk ii)  $\nabla \cdot \mathbf{D}$  og iii)  $\nabla^2 V$  i sylinderkoordinater.

- b) Finn tallsvar for  $C'$  når  $\epsilon_r = 3$  og  $\frac{b}{a} = 7$ .  
(Svar:  $C' = 85.8 \text{ pF/m}$ )
- c) Finn den lagrede elektrostatiske energien per lengdeenhet av kabelen ved å bruke
- uttrykket for lagret energi i en kondensator,
  - uttrykket for energitetthet i et elektrisk felt.

- d) Hvor stor er den netto kraften som virker på ytterleder fra innerleder?

## Oppgave 2

En kulekondensator består av to elektrisk ledende, konsentriske kuleskall med radius henholdsvis lik  $a$  og  $b$ . Volumet mellom de to lederne (grått område på figuren) er fylt med et dielektrisk medium med permittivitet  $\epsilon$ .



Tverrsnitt av en kulekondensator.

- a) Hva er kapasitansen til en slik kondensator?

*Tips:* Bestem potensialforskjellen mellom lederne når vi har ladninger  $+Q$  på den innerste lederen og  $-Q$  på den ytterste lederen.

Kontroller svaret ved å vise at kapasitansen blir som for en parallellplatekondensator når sjiktet mellom lederne blir veldig tynt, dvs.  $d = b - a \ll a$ .

- b) Hva blir kapasitansen  $C$  til en enkelt ledende kule, dersom vi betrakter denne som kulekondensatoren i a) i grensen  $b \rightarrow \infty$  (og  $\epsilon \rightarrow \epsilon_0$  når kulen er omgitt av vakuum/luft)?

## Oppgave 3

Elektroniske blitser inneholder en kondensator for lagring av energi til lysblinket. Når blitzen trigges, lades denne energien fort ut til et elektrisk overslag i et gassfylt rør. Anta at vi har en blitz der blinket varer i 0.005 s med en gjennomsnittlig lyseffekt på 700 W.

- a) Hvis effektiviteten er 90% ved omforming fra elektrisk energi til lysenergi (resten går over til varme), hvor mye energi må da lagres i kondensatoren for et blink?
- b) Hvis kondensatoren har en kapasitans på  $800 \mu\text{F}$ , hva er da spenningen som må påføres platene for å lagre denne energien?