

FYS1120 Elektromagnetisme H-10:

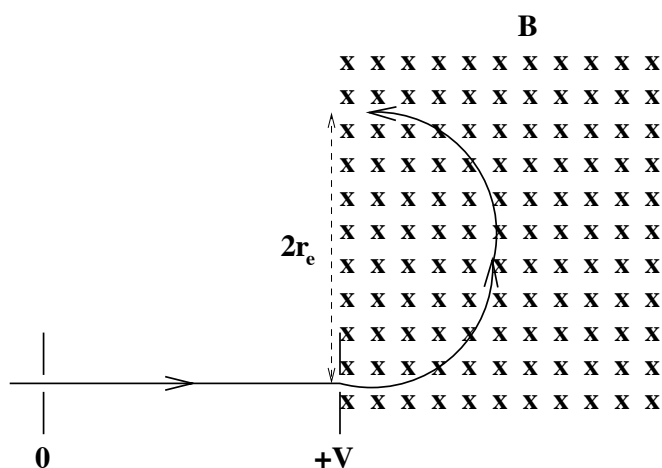
Oppgavesett 8

Disse tre oppgavene er midtveiseksamen i kurset. De kan gjøres hjemme og besvarelsen må leveres på ekspedisjonskontoret innen det stenger mandag den 18. oktober. Det vil bli gitt en karakter som utgjør 25% av sluttarakter.

Husk å bruk kandidatnummer og ikke ditt eget navn på besvarelsen!

Oppgave 1

Elektroner akselereres gjennom et elektrisk potensial V slik at de oppnår en hastighet $v = 1.4 \times 10^7$ m/s. Som vist i figuren, blir de sendt videre inn i et homogent mag-



netfelt B som står normalt på papirplanet. Der beveger de seg langs en sirkelbane med radius $r_e = 1.5$ cm. For elektroner er ladning-masse forholdet kjent lik $e/m = -1.75 \times 10^{11}$ C/kg.

- Bruk denne informasjon til å beregne potensialet V .
- Hvor stort er magnetfeltet B ?
- Ved nærmere undersøkelser viser det seg at elektronstrålen også inneholder en liten forurensning av tyngre partikler som beskriver sirkelbaner med radius $r_p = 21$ cm. Hva må ladning-masse forholdet q/M for disse partiklene være?

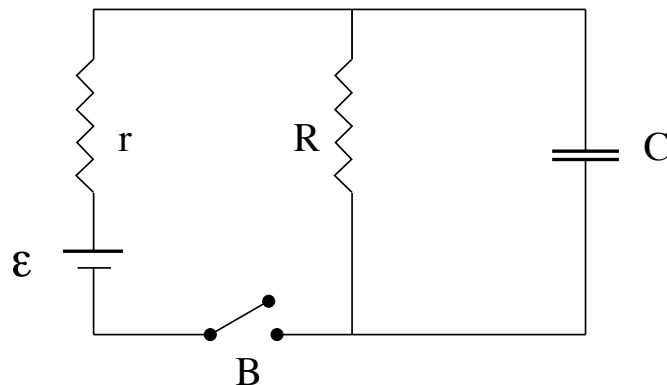
Oppgave 2

Et kuleskall har indre radius $r = a$ og ytre radius $r = 2a$. Det er laget av et dielektrisk materiale med dielektrisk konstant $\kappa = 1.25$ og har en konstant tetthet ρ av frie ladninger.

- Størrelsen av det elektriske forskyvningsfeltet $\mathbf{D} = \varepsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P}$ er bestemt av den frie ladningstettheten ρ . Vis herav at dielektrikumet i alminnelighet også inneholder bundne ladninger gitt ved ladningstettheten $\rho_b = -\nabla \cdot \mathbf{P}$.
- Gjør bruk av Gauss' lov til å beregne det elektriske feltet $E(r)$ innenfor og utenfor kuleskallet som funksjon av radius r . Skissér det som funksjon av radius r fra $r = 0$ til $r \gg 2a$. Hva kan grunnen være at det er diskontinuerlig for $r = 2a$?
- Beregn polarisasjonsvektoren \mathbf{P} og bruk den til å finne tettheten av induserte overflateladninger på de to flatene $r = a$ og $r = 2a$.
- Ved hjelp av resultatet i a) utled et uttrykk for ρ_b i dielektrikumet som funksjon av r . Finn nå diskontinuiteten for $r = 2a$ i det elektriske feltet som ble påvist i b).

Oppgave 3

En kondensator C er koblet til et batteri med spenning \mathcal{E} . Batteriet har en indre motstand r . Parallelt med kondensatoren er koblet inn en motstand R som figuren viser. Kondensatoren antas opprinnelig å være uladet. Ved tiden $t = 0$ lukkes



bryteren B og batteriet vil gi strømmer i kretsen.

- Hvor store er stømmene gjennom motstand R og kondensatoren C like etter at bryteren er lukket?
- Hvor stor blir ladningen på kondensatoren mye senere når den er fullt oppladet?
- Bruk Kirchhoffs lover til å utlede en differensialligning som den tidsavhengige ladning $Q(t)$ på kondensatoren må oppfylle.
- Løs denne og vis at svarene du resonnerer deg frem til i a) og b) er riktige.