

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i kurs: FYS1120 Elektromagnetisme.

Eksamensdag: Mandag 5. desember, 2011.

Tid for eksamen: 14:30 - 18:30

Oppgavesettet er på: 3 sider.

Vedlegg: Ingen.

Tillatte hjelpemidler: Angell (eller Øgrim) og Lian: Fysiske størrelser og enheter
Rottman: Matematisk formelsamling
Godkjent elektronisk kalkulator
Et A4-ark med egne notater, gjerne skrevet på begge sider

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

Oppgave 1

I en modell for en kuleformet atomkjerne med radius R varierer det elektriske feltet inne i kjernen som $\mathbf{E}(r) = Cr(x\mathbf{e}_x + y\mathbf{e}_y + z\mathbf{e}_z)$. Her er C en konstant og r er den radielle avstanden fra kjernens sentrum med $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

- Vis at $\nabla \times \mathbf{E} = 0$.
- Beregn den elektriske ladningstettheten inni kjernen og finn hvor stor den totale ladningen er.
- Sjekk resultatet for den totale ladningen ved å bruke Gauss' lov på integralform.

Oppgave 2

En ledning av kobber fører en konstant strøm $I = 2.0 \text{ A}$ og har en jevnt økende diameter. Den spesifikke ledningsevnen til kobber er $\sigma = 5.81 \times 10^7 \Omega^{-1}\text{m}^{-1}$.

- Et sted på lederen er diameteren $d = 1.0 \text{ mm}$. Hvor sterkt er det elektriske feltet som driver strømmen i dette punktet?
- Finn hvordan det elektriske feltet varierer langs ledningen. Bruk dette til å beregne spenningsfallet ΔV i volt mellom to punkt på ledningen. Ved det ene punktet er diameter $d_1 = 1.0 \text{ mm}$, mens ved det andre punktet, som ligger $\ell = 5.0 \text{ m}$ unna, er diameter $d_2 = 2.0 \text{ mm}$.

- c) Finn et uttrykk for hvor mye ohmsk varme som utvikles per tidsenhet i et lite stykke Δx av ledningen og herav den totale varmeeffekt i watt som genereres mellom de to punktene i forrige spørsmål.

Oppgave 3

Figuren viser tverrsnittet av en elektrisk linjeladning med tetthet λ som ligger inni i et rør. Det består av to koaksiale lag med isolerende materiale. Det innerste laget med ytre radius $r = a$ har en dielektrisk konstant som er tilnærmet lik ϵ_0 som i luft. Det ytre laget i området $a < r < b$ har dielektrisk konstant $\epsilon > \epsilon_0$. Det elektriske

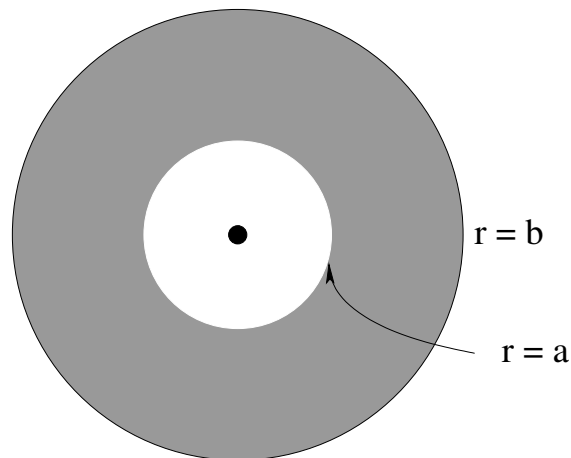


Figure 1: Tverrsnitt av røret med en linjeladning i $r = 0$.

potensialet $V(r)$ på den ytre overflaten av røret er $V(b) = 0$. Utenfor røret er det luft.

- Beregn potensialet utenfor røret, det vil si for $r > b$.
- Hvor stor er den induserte ladningstettheten på den ytre overflaten av røret?
- Hva blir det elektriske potensialet inni røret for $r < a$?

Oppgave 4

En kvadratisk ledningssløyfe med sidekant $a = 1.0$ cm befinner seg utenfor en uendelig lang og rett ledning i avstand $r = 1.0$ cm som vist i figuren. Ledningen fører en konstant strøm $I_0 = 1.0$ A.

- Beregn den magnetiske fluksen gjennom sløyfen og vis at svaret blir $\Phi_B = \mu_0 I_0 a \ln 2 / 2\pi$.

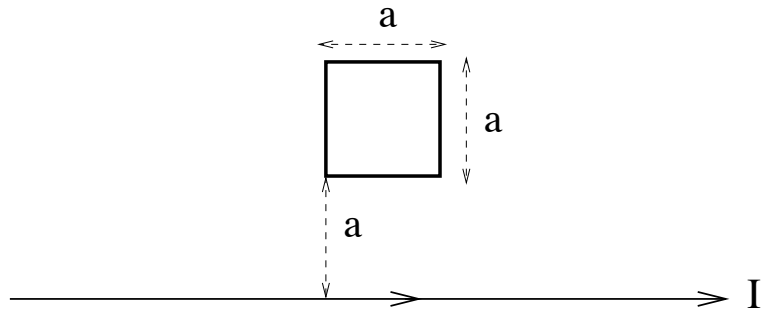


Figure 2: Den kvadratiske sløyfen ligger i avstand a fra ledningen som brytes.

- b) Strømmen blir nå plutselig slått av. Anta for enkelhets skyld at dette skjer ved tiden $t = 0$ og med en tidskonstant $\tau = 1.0 \mu\text{s}$. For $t > 0$ avtar derfor strømmen som $I_0 \exp(-t/\tau)$. Beregn nå strømmen I' som dermed induseres i den kvadratiske sløyfen som funksjon av tiden når den har en ohmsk motstand $R = 1.0 \Omega$.
- c) Finn størrelsen til kraften (N) som virker på sløyfen like etter at strømmen er slått av. Forklar i hvilken retning den virker.
