

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: FYS1120 Elektromagnetisme

Eksamensdag: Fredag 15. desember 2006

Tid for eksamen: 09:00 – 12:00

Oppgavesettet er på 3 sider

Tillatte hjelpemidler: Angell (eller Øgrim) og Lian: Fysiske størrelser og enheter

Rottman: Matematisk formelsamling

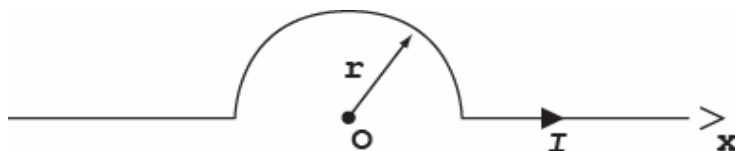
Et A4-ark med egne notater

Elektronisk kalkulator av godkjent type

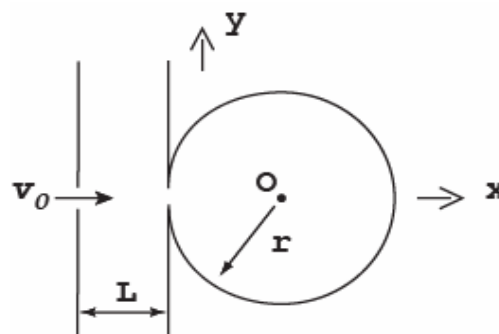
Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

- a) Anta en lang, tynn leder som består av tre deler som er koblet sammen slik som vist i figuren under. Den ene delen strekker seg fra $x = -\infty$ til $x = -r$ og den andre fra $x = r$ til $x = \infty$. Disse to delene er koblet sammen ved hjelp av en halvsirkelformet leder med sentrum i origo (O på figuren) og med utstrekning fra $x = -r$ til $x = r$. Det går en strøm I i lederen. Angi styrken og retningen på magnetfeltet i origo.



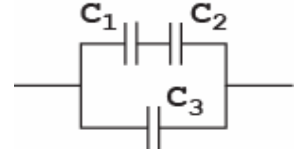
- b) Anta at vi har et homogent magnetfelt \mathbf{B} i en lang, sylindrisk spole med radius r og akse parallell med z -aksen. Magnetfeltet peker i positiv z -retning. Utenfor spolen er det plassert to store plater med en avstand L . Platene ligger parallelt med y - z -planet (se figuren under). I den venstre platen er det et hull ved posisjonen $x = -(r+L)$. Gjennom hullet passerer det en ladd partikkel (med ladning q og masse m) med hastighetsvektor \mathbf{v}_0 parallellt med x -retning. I den andre platen er det et tilsvarende hull ved $x = -r$, hvor partikkelen passerer inn i spolen. Hva må potensialforskjellen V mellom platene være for at partikkelen skal forlate spolen ved posisjonen $y = -r$? Diskuter polariteten for det elektriske feltet med hensyn til verdien av \mathbf{v}_0 .



Oppgave 2

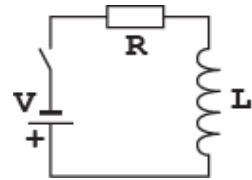
- a) Gitt en kuleformet (sfærisk) metalloverflate med total ladning Q og radius a . Bestem størrelsen og retning for det elektriske feltet. Bestem potensialforskjellen mellom overflaten og et punkt som er uendelig langt borte, det vi si ved $r \rightarrow \infty$. Hva er kulas kapasitans i forhold til en tilsvarende overflate ved $r \rightarrow \infty$?

- b) Hvilken enkel kapasitans C kan erstatte kombinasjonen av C_1 , C_2 og C_3 i figuren til høyre?

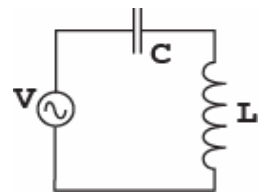


Oppgave 3

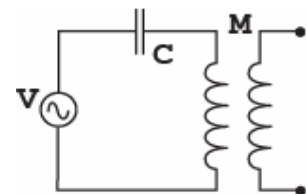
- a) Anta en elektrisk krets som består av et batteri, en motstand (resistans) R og en spole (selvinduktans) L , som vist i figuren til høyre. Bryteren lukkes ved tiden $t = 0$. Gitt batterispenningen V , bestem tidsforløpet av strømmen $I = I(t)$ for $t > 0$. Anta videre at $R = 5 \text{ k}\Omega$ og $L = 2 \text{ mH}$. Bestem tiden t når strømmen I har nådd halvparten av sin asymptotiske (maksimale) verdi.



- b) Kretsen endres litt slik at den består av en kondensator (kapasitans) C og en spole (selvinduktans) L som vist i figuren til høyre. Batteriet er byttet ut med en spenningskilde som gir ut en spenning $V = V_0 \frac{t}{T}$ for $t > 0$, hvor V_0 og T er konstante verdier. Skriv opp differensiallikningen for systemet. Vis at likningen har løsninger på formen $I(t) = K [1 - \cos(\omega t)]$ og uttrykk K og ω ved V_0 , C , L og T .



- c) Vi erstatter så spenningskilden med en ny spenningskilde som gir ut en harmonisk varierende spenning $V = V_0 \cos(\omega t)$. Beregn den harmonisk varierende strømmen i kretsen. Ved siden av spolen plasserer vi en ny spole slik at den gjensidige induktansen er M . Anta at M er gitt. Beregn spenningen (fortegn er irrelevant) mellom de to kontaktpunktene på den andre spolen (se figuren til høyre). Forusett at $\omega^2 \neq 1/(LC)$ og at L er den samme som i forrige delspørsmål.



Oppgave 4

- a) To små plastkuler har positiv ladning. Når de er 15,0 cm fra hverandre virker det en frastøtende kraft mellom dem på 0,220 N. Hva er ladningen på hver av kulene dersom den ene kula har fire ganger så mye ladning som den andre?

Oppgave 5

- a) En motstand $R = 10 \text{ k}\Omega$ er koblet i parallell med en kondensator $C = 500 \text{ pF}$. Hva er den totale impedansen ved frekvensen $f = 300 \text{ kHz}$? Oppgi både modul (absoluttverdi av impedansen) og fasevinkel.

- b) Hva er kretsens konduktans G og susceptans B ?

- c) Vi påtrykker en spenning på 10 V rms , 300 kHz over denne parallellkoblingen. Hva blir midlere avgitt effekt i kretsen?