

Institutt for fysikk, NTNU

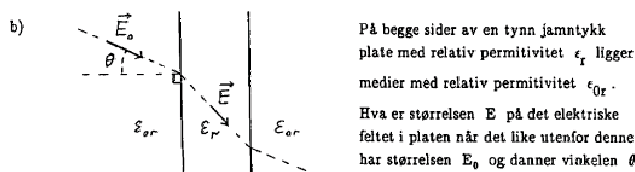
Faglig kontakt under eksamen:
Professor J.S. Høyve
Tlf. 93654

EKSAMEN I FAG 74233 ELEKTRISITET OG MAGNETISME
19. august 1997
kl.0900 – 1300.

Tillatte hjelpemidler:
Rottmann: Mathematische Formelsammlung.
Barnett and Grönn: Mathematical Formulae.
Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk.
Knutsen: Formler og data i fysikk.
Godkjent kalkulator.

Oppgave 1

- a) Utled grenseflatebetingelsene $D_{1n} = D_{2n}$ og $E_{1t} = E_{2t}$ for elektriske felt på begge sider av grenseflaten mellom 2 dielektriske medier uten flateladning i grenseskiktet. (Tegn enkle skisser for å anskueliggjøre utledningen.)



På begge sider av en tynn jamntykk plate med relativ permittivitet ϵ_r ligger medier med relativ permittivitet ϵ_{0r} . Hva er størrelsen E på det elektriske feltet i platen når det like utenfor denne har størrelsen E_0 og danner vinkelen θ med flatenormalen. Hva er den numeriske verdien til E_0 når $E = 100\text{V/mm}$,

$$\epsilon_r = 5,0, \quad \epsilon_{0r} = 2,0 \quad \text{og} \quad \theta = 25^\circ.$$

Oppgitt: $\oint D \, dA = Q$
 $\oint E \, ds = -\frac{d\phi_B}{dt}$
 $D = \epsilon_r \epsilon_0 E.$

- b) Det induserte elektriske feltet E vil generere en elektrisk strøm med strømtetthet $J = \sigma E$ der σ er konduktiviteten. Denne strømmen, som går rundt ringen, vil igjen generere et magnetfelt B_ϕ . Bestem det genererte magnetfeltet B_ϕ i sentrum av solenoiden når permeabiliteten for vakuum er μ_0 og det antas at ringen er tynn slik at $d \ll R_i$.

[Hint: Anse størrelsen K funnet under pkt.b) for gitt. Bestem først magnetfeltet i sentrum av en sirkelformet strømsløyfe med radius r som fører en strøm dI .]

- c) Anta nå at d er stor ($d \gg R_i$) slik at ringen nå kan betraktes som en solenoide.

Hva blir da det genererte magnetfeltet B_ϕ innenfor innerradien R_i ?

[Hint: En kan eventuelt først betrakte en vanlig "tynnvegget" solenoide og bestemme magnetfeltet i denne med gitt strøm og gitt antall vinklinger pr. lengdeenhet.]

Oppgitt:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{ds \times r}{r^3}$$

$$\oint B \, ds = \mu_0 I.$$

2

Oppgave 2

- a)
-
- En koaksialkabel av lengde L består av innerleder med ytre radius R_1 og en ytterleder med indre radius R_2 . Med ladning på de to lederne vil det i mellomrommet dannes et radiaalt elektrisk felt av formen $E = A/r$ der A er en konstant og r er avstanden fra sentrum. Bestem størrelsen A når ladningen på innerlederen er Q og det antas luft mellom lederne. Permittiviteten for vakuum er ϵ_0 .

- b) Den gitte koaksialkabelen vil ha en kapasitans C_0 . Bestem denne kapasitansen når det fremdeles antas luft mellom lederne.

- c) Mellomrommet mellom lederne blir nå fylt med konsentriske lag av 2 dielektriske medier med relativ permittivitet henholdsvis ϵ_{1r} og ϵ_{2r} som angitt på figuren. Grenseflaten mellom de 2 lagene ligger i avstand R_2 fra sentrum. Hva blir nå kapasitansen C til koaksialkabelen?

Oppgitt: $E_r = -\frac{\partial V}{\partial r}.$

Oppgave 3

- a)
-
- En plateformet ring med tykkelse d har indre radius R_1 og ytre radius R_2 . En lang luftfylt sirkelformet solenoide med radius $R < R_1$ går gjennom ringen. Solenoiden står normalt på ringplanet og er konsentrisk med sentrum av ringen. Innenfor solenoiden er det et homogent magnetfelt B , som varierer med tiden t og er gitt ved

$$B = B_0 \sin \omega t.$$

Dette magnetfeltet vil indusere et elektrisk felt av formen $E = \frac{K}{r}$ der r er avstand fra sentrum.

Bestem størrelsen K når en kan neglisjere magnetfeltet utenfor solenoiden.