

Institutt for fysikk, NTNU

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

EKSAMEN I FAG 74233 ELEKTRISITET OG MAGNETISME

19. august 1997

kl.0900 – 1300.

Tillatte hjelpemidler:

Rottmann: Mathematische Formelsammlung.

Barnett and Cronin: Mathematical Formulae.

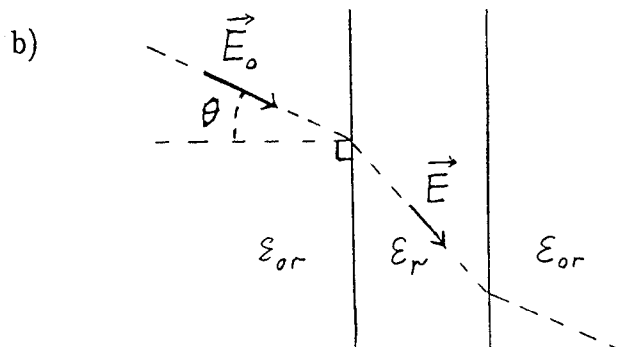
Øgrim og Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk.

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 permitivitet ϵ_I ligger medier med relativ permitivitet 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 $E = 100\text{V/mm}$,

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

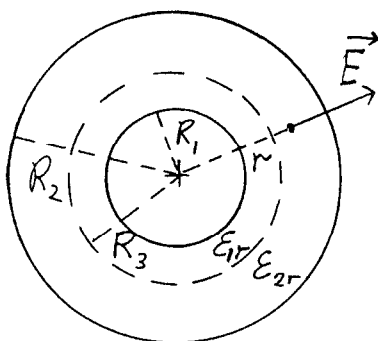
Oppgitt: $\oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{A} = Q$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -\frac{d\phi_B}{dt}$$

$$\mathbf{D} = \epsilon_I \epsilon_0 \mathbf{E}.$$

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 radiale 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 .

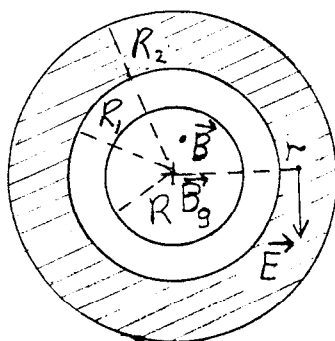
b) Den gitte koaksialkabelen vil ha en kapasitans C_0 . Bestem denne kapasitansen når det fremdeles antas luft mellom lederne.

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_3 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.

- b) Det induerte 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_g . Bestem det genererte magnetfeltet B_g i sentrum av solenoiden når permeabiliteten for vakuum er μ_0 og det antas at ringen er tynn slik at $d \ll R_1$.

[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 ($d \gg R_2$) slik at ringen nå kan betraktes som en solenoide. Hva blir da det genererte magnetfeltet B_g innenfor innerradien R_1 ?

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

Opgitt:

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

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