

Institutt for fysikk, NTNU

Faglig kontakt under eksamen:

Professor Johan S. Høye

Tlf. 93654

Eksamen i fag 74233 Elektrisitet og magnetisme 1

Onsdag 5. mai 1999

Kl. 09.00 - 13.00

Tillatte hjelpemidler: Godkjent lommekalkulator

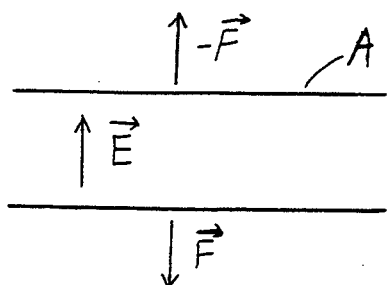
Rottmann: Matematisk Formelsamling

Barnett & Cronin: Mathematical Formulae

Oppgave 1

a) Utled uttrykket $C = \epsilon_0 A/d$ for kapasitansen til en luftfylt kondensator (kapasitans) bestående av plane parallelle plater som hver har areal A mens avstanden mellom dem (som anses liten) er lik d . ϵ_0 er permittiviteten til vakuum.

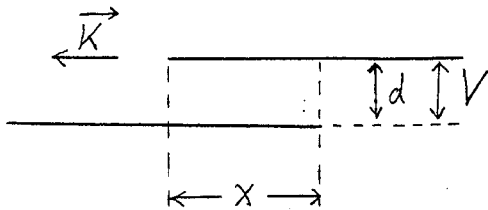
b)



Transparenter av plast som gnis mot papir blir ladet med elektrisitet og trekkes mot papiret. Ved en viss opplading vil en slik transparent med areal $A = 6,2 \text{ dm}^2$ trekkes mot papiret med en kraft lik sin vekt $F = 0,11 \text{ N}$ (som tilsvarer en masse av ca 11g) slik at den kan henge fast på undersiden av papiret når dette løftes. Hva blir (numerisk) størrelsen på den elektriske feltstyrken E mellom transparent og papir når de trekkes (separeres) fra hverandre ved denne oppladingen? [Hint: Betrakt transparent og papir som platene i en kondensator med motsatte ladninger Q og $-Q$ som er jevnt fordelt utover, og se på kraften på den ene platen på grunn av feltet fra den andre.]

Betrakt transparent og papir som platene i en kondensator med motsatte ladninger Q og $-Q$ som er jevnt fordelt utover, og se på kraften på den ene platen på grunn av feltet fra den andre.]

c)



Når platene til en kondensator er forskjøvet parallelt til hverandre, som vist på figuren, vil det virke en kraftkomponent K langs forskyvningen (ved siden av kraften under punkt b)). Beregn størrelsen K til denne kraften når spenningen mellom platene er V , avstanden mellom dem er d og bredden på dem inn i papirplanet er b . (Som ovenfor anses d liten.) Anta rektangulære plater som overlapper et stykke x som vist på figuren.

Det er luft mellom platene. [Hint: Benytt energibetraktning ved parallellforskyvning av platene.]

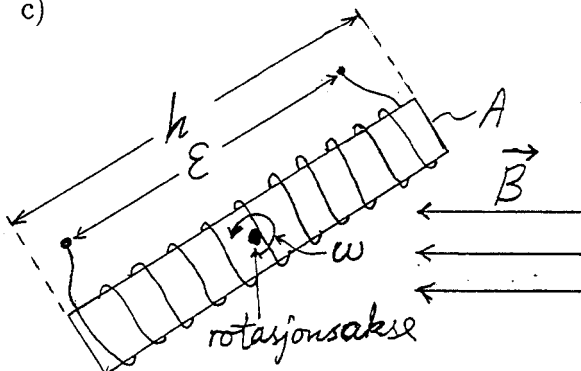
Oppgitt: $\sigma = \epsilon_0 E$, $U = \frac{1}{2} QV$
 $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{As}}{\text{Vm}}$

Oppgave 2.

a) Utled uttrykket $B = \mu_0 n I$ for størrelsen på magnetfeltet i en lang luftfylt solenoide. Her er μ_0 magnetisk permeabilitet for vakuum, n er antall viklinger av isolert ledning pr. lengdeenhet og I er strømstyrken i ledningen.

b) Bestem selvinduktansen L til en lang luftfylt spole med lengde h , tverrsnitt A og tetthet av viklinger n .

c)

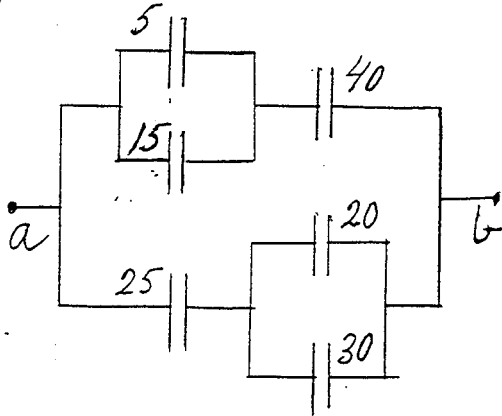


En solenoide roterer i jordmagnetfeltet \vec{B} slik at det induseres en elektromotorisk spenning \mathcal{E} i vindingene. Anta at solenoiden roterer med konstant vinkelhastighet $\omega = 600\text{s}^{-1}$ om en akse som står normalt til både \vec{B} -feltet og lengdeaksen til solenoiden. Hva blir maksimalverdien \mathcal{E}_m (amplituden) til \mathcal{E} når $B = 5,0 \cdot 10^{-5}\text{T}$, lengden $h = 10\text{cm}$, tverrsnittet $A = 1,5\text{cm}^2$ og tettheten av viklinger $n = 30\text{cm}^{-1}$?

Oppgitt: $\oint \vec{H} \cdot d\vec{s} = I$, $\phi_m = L I$
 $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_m}{dt}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$

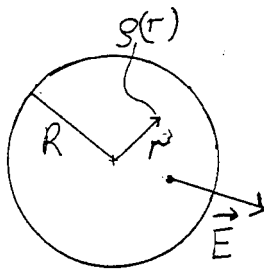
Oppgave 3

a)



Flere kapasitanser er koplet sammen som vist på figuren. Hva blir den resulterende kapasitansen C mellom punktene a og b når tallene på figuren angir kapasitanser i pF (picofarad). [Hint: Benytt serie- og parallellkoplinger av kapasitanser.]

b)



Ei kule med radius R har en kulesymmetrisk fordeling av elektrisk ladning slik at det elektriske potensialet innenfor kula blir

$$V(r) = \frac{Q}{12\pi\epsilon_0 R} \left(4 - \left(\frac{r}{R} \right)^3 \right) \quad (r < R)$$

Hva er det elektriske feltet $\mathbf{E}(r)$ innenfor kula?

c) Beregn tettheten av elektrisk ladning (ladning pr. volumenhet) $\rho(r)$ innenfor kula gitt i punkt b).

Oppgitt: $\epsilon_0 \oint \mathbf{E} \, d\mathbf{A} = q_{in}$

$$\nabla V = \frac{\partial V}{\partial r} \hat{e}_r \quad (\text{med kulesymmetri})$$

$$f(x + dx) = f(x) + \frac{df}{dx} dx + \dots$$